

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Механіко машинобудівний інститут

(назва факультету, інституту)

Лазерної техніки та фізико технологічного обладнання

(назва кафедри)

"На правах рукопису"

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” _____ 20 ____ р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

зі спеціальності 6.050501 прикладна механіка

(код та назва спеціальності)

на тему: Дослідження лазерної газо-порошкової наплавки з використанням
роботизованих комплексів

Студент групи МЛ-61м _____ **Бондаренко**
Євгенія Андріївна

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник д.т.н., проф. Коваленко Володимир Сергійович

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультанти: Жук Руслан Олегович

Київ – 2018

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ”

20__р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію

студентки Бондаренко Євгенії Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема дисертації** «Дослідження лазерної газо-порошкової наплавки з використанням роботизованих технологій
затверджена наказом по університету від “15” березня 2018р. №934-с
- 2. Термін здачі** студентом оформленої дисертації “ ” 20__р.
- 3. Об’єкт дослідження** технологічне устаткування для лазерної газо-порошкової наплавки
- 4. Предмет дослідження** координатні та роботизовані технологічні системи переміщення, за для отримання найбільш ефективного і оптимізованого устаткування.
- 5. Перелік питань, які мають бути розроблені.** Провести аналіз координатних та роботизованих систем переміщення. Обґрунтувати їх переваги та недоліки. Дослідити їх основні характеристики, просторові компоновки, вимоги до експлуатації та їх вплив на продуктивність та якість процесів лазерної газо-порошкової наплавки.
- 6. Перелік публікацій :** публікація на тему: «Лазерна газо-порошкова наплавка з використанням плоским сопел» на Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених та студентів 10-18.05.2018р.
Патент України на корисну модель №121891 «Аналізатор розподілу потужностей у поперек лазерного випромінювання.

РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота присвячена дослідженню лазерної газопорошкової наплавки з використанням роботизованих технологій та аналізу роботизованої системи переміщення. Обсяг роботи 107 сторінок. Робота містить 36 рисунків та 30 посилань на літературні джерела та два додаток.

В першому розділі проведено детальний аналіз сучасного стану рішення проблеми, поставлені задачі, які необхідно вирішити в подальших розділах магістерської роботи.

В другому розділі викладено загальну інформацію про лазерне технологічне обладнання, його типи та різновиди, а також детально проаналізовані всі можливі кінематичні схеми, які використовуються в лазерному технологічному устаткуванні.

Третій розділ даної роботи присвячений компоунуванню лазерного технологічного обладнання для обробки складних поверхонь.

В четвертому розділі розглянуто кінематичні характеристики та компоунування роботизованого комплексу, програмування робота. Детально описано склад робота, алгоритми програм та наведені їх приклади.

П'ятий розділ присвячений аналізу показників якості компоунування лазерного технологічного обладнання. Розглянуті приклади робочих полів лазерного технологічного обладнання.

Шостий розділ містить в собі розробку стартап-проекту. Його основні структури та будову. Аналіз проекту та його прогнозування

Ключові слова: компоунування, лазерне технологічне обладнання, технологія лазерної обробки, роботизований технологічний комплекс, координатна система переміщення, роботизоване робоче поле, структурна конструкційне компоунування, координатне компоунування, кінематична схема.

REPORT

This master's essay is devoted to the study of laser gas-powder surfacing when it is in with the use of robotic technologies and the analysis of a robotic movements' system. The essay contains 107 pages, 36 drawings/schemes and 30 references to literary sources, two appendixes.

In the first chapter, a detailed analysis of the current state of the problem is performed and defined the list of tasks which are to be solved in the following sections of the master's work.

The second chapter describes general information on laser process equipment, its types and varieties, as well as a detailed analysis of all possible kinematics schemes used in laser technology equipment.

The third chapter of this essay prescribes the ways of laser process equipment combining for the processing with complex surfaces.

The fourth chapter represents the kinematic characteristics and the mechanism for the robotic complex set up, the programming of the robot. Details of the robot's structure, algorithms of programs and their examples are described.

The fifth chapter is devoted to the analysis of indicators of the quality of the laser technological equipment assembly. Mentioned examples of functional working areas for laser technological equipment.

The sixth chapter is a development of a startup project. It contains basic elements of the structure and general structure, project analysis and forecast of its implementation.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Аналіз стану лазерної газо-порошкової на плавки з використанням роботизованих систем.	5
a. Основне призначення роботизованих технологічних комплексів.	5
b. Переваги роботизованих комплексів перед комплексами на базі координат.	5
c. Порівняння переваг та недоліків роботизованого технологічного комплексу перед комплексами побудованих на основі систем координат	7
2. Загальний аналіз лазерного технологічного обладнання.	21
a. Склад лазерного технологічного обладнання	21
b. Дослідження просторових характеристик технологічних комплексів лазерної газо порошкової на плавки	28
c. Комбіновані точки	30
3. Компонування лазерного технологічного обладнання для обробки поверхонь складної форми	32
a. Основні засади конструювання лазерного технологічного обладнання	32
b. Використання механізмів паралельної кінематики в конструюванні лазерного технологічного обладнання	38
4. Кінематичні характеристики та програмування роботизованого комплексу	41
a. Технічні характеристики робота	42
b. Пристрій та принцип роботи	45
c. Програмування роботизованого комплексу. Загальні відомості	49
d. Спеціальні функції програмного забезпечення	53
5. Фактори та показники якості компоновок	60

a. Характеристика якості компонок	60
b. Робоче поле компонок та його властивості	63
6. Розроблення стартап-проекту	67
a. <i>Опис ідеї послуги</i>	69
b. <i>Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї</i>	70
c. <i>Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї</i>	72
d. <i>Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту</i>	73
e. Фактори, що сприяють ринковому впровадженню	75
f. Розроблення ринкової стратегії проекту	81
Висновки та рекомендації	86
Перелік використаної літератури	87
Додаток 1 (Таблиця порівняння)	
Додаток 2 (Типова програма робота)	

Технологічне використання лазерного випромінювання є одним з найбільш актуальних напрямків в обробці матеріалів. Унікальні властивості лазерного випромінювання дають можливість використовувати його в найрізноманітніших областях.

Дуже поширеним стало використання лазерного випромінювання для прошивання отворів, розрізання матеріалів, зміцнення, легування. Однією з найсучасніших є технологія вирощування деталей.

Можливості лазерного випромінювання зменшують затрати матеріалів, підвищують продуктивність праці, якість та надійність виробів.

Однією з тенденцій розвитку сучасної промисловості є повторне використання зношених, або тих, що вийшли з ладу різноманітних (особливо дорогих) деталей. Для вирішення даної задачі широко використовується лазерна газо-порошкова наплавка (ЛГПН).

Та лазерне випромінювання є лише компонентом технологічної системи. Для обробки необхідно мати змогу взаємного переміщення лазерного пучка та заготовки. А це не можливо без використання механізмів, та аналізу їх кінематичних схем за для вдалого вибору компоновання лазерного технологічного обладнання.

Вибір конфігурації та компоновки лазерного обладнання є невід'ємною частиною розробки технологічного процесу. Від вірного вибору устаткування залежить продуктивність процесу, його економічна вигода та ефективність. Звертаючи увагу на те, що кожне застосування лазерного пучка є унікальним, стає очевидним, чому останнім часом синтезу та вибору компоновок лазерного технологічного устаткування приділяється багато уваги.

Іншою важливою задачею є виготування та обробка деталей з складної геометрії.

На сьогоднішній день широко використовується лазерні технології, одним із можливим варіантів використання є наплава. Головною перевагою ЛТ є можливість значно підвищити стійкість металів, висока швидкість виконання технологічної операції, а також можливість автоматизації з використання роботизованих систем.

1. АНАЛІЗ СТАНУ ЛАЗЕРНОЇ ГАЗО-ПОРОШКОВОЇ НА ПЛАВКИ З ВИКОРИСТАННЯМ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

1.1 Основне призначення роботизованих технологічних комплексів

Основне призначення роботизованого технологічного комплексу полягає в спільному використанні промислового робота і оснащення або обладнання, яке вибирається з призначення комплексу. Гарним прикладом є, роботизовані комплекси лазерного різання оснащуються фокусуючою системою, необхідними для різання. Тобто іншими словами, промисловий робот оснащується тим обладнанням і оснащенням, які необхідні для виконання конкретної технологічної операції.

Застосування промислових роботів в складах роботизованих технологічних комплексах можна розділити на два типи. До першого типу відносяться роботи які ведуть виконання конкретної технологічної операції, як наприклад різання, зварювання, фарбування, палетування та інші. До другого типу відносяться роботизовані технологічні комплекси, де промислові роботи лише забезпечують виконання якоїсь технологічної операції або технологічного процесу, наприклад, обслуговують шліфувальні верстати або ковальські преси.

1.2 Переваги роботизованих комплексів перед комплексами на базі координат(Докладніше Додаток 1 «Таблиця порівняня»)

Розширені можливості обробки 3D заготовок. У порівнянні з традиційно застосовуваними 5-ти осьовими системами на базі координатних столів установки ЛГПН, виконані із застосуванням роботів-маніпуляторів, при порівнянних, а часом і менших цінах, мають більше можливостей для обробки 3D заготовок, за рахунок більшої робочої зони, особливо по висоті, за рахунок більшого числа варіантів кріплення і позиціонування заготовки. Широкий модельний ряд промислових роботів ABB дозволяє підбирати оптимальні конфігурації установок лазерної наплавки з точки зору конкретних технологічних вимог замовника і мінімізації ціни.

Наявність широкого ряду відпрацьованих моделей пристроїв - позиціонерів, скоординовано працюють спільно з промисловими роботами, дозволяє істотно розширити області застосування роботизованих комплексів лазерного технологічного обладнання, включаючи просторові наплавлення для об'ємних деталей в автомобілебудуванні, суднобудуванні, авіаційній і космічній промисловості, при утилізації та раснаряженні боєприпасів, утилізації радіоактивних відходів і т.д., і т.п.

Висока надійність. Провідні фірми-виробники роботів-маніпуляторів мають більш ніж 30-річний досвід розробки, виробництва і експлуатації своєї продукції. В даний час сотні тисяч промислових роботів працюють в різних куточках земної кулі в різних галузях промисловості, виконуючи найрізноманітніші роботи. Масовість серійного випуску роботів, при незмінно високій культурі виробництва, забезпечили приголомшливі показники надійності. Час напрацювання на відмову сучасних роботів-маніпуляторів становить до 60 000 годин роботи, що означає 7 років безперервної роботи, а при реальних умовах експлуатації, понад 20 років! Такі показники суттєво покращують загальну надійність систем із застосуванням роботів, в тому числі і установок .

Підвищена продуктивність. Швидкість холостого ходу роботів-маніпуляторів становить близько 2 м / с, що в кілька разів перевищує швидкість переміщення ріжучої головки на координатних столах, традиційно застосовуваних при гідроабразивного різання. У реальних додатках це може дати збільшення продуктивності до 40%

Підвищена якість обробки без зменшення продуктивності. (Стосовно до газолазерних установок). Зазвичай, на традиційних установках ЛГПН для компенсації конусності, застосовують або режими зі зниженою швидкістю,

або спеціальні динамічні головки для компенсації конусності різку, з можливістю повороту на кути близько 10 -12 град. Ціна даних головок досягає 50 000 Євро, що можна порівняти з вартістю цілого робота. Природна ж для робота-маніпулятора можливість повороту ріжучої головки по 5-ий і 6-тій осі на кути від -190 до + 190 і від -360 до +360 з легкістю дозволяє компенсувати конусність шляхом повороту ріжучої головки на необхідний кут до площини різку без зменшення швидкості різку. У поєднанні з точністю позиціонування 0,03 - 0,1 мм, це забезпечує високу якість одержуваних деталей при гарній продуктивності.

Простота обслуговування. Мінімальні вимоги щодо технічного обслуговування роботів істотно спрощують експлуатацію роботизованих комплексів газу лазерної наплавки.

1.3 Порівняння переваг та недоліків роботизованого технологічного комплексу перед комплексами побудованих на основі систем координат

Очевидно, для вирішення найпростіших задач, коли нема великих вимог до якості та точності обробки, система АА(система фокусування випромінювання, яка оснащена системою подачі газопорошкової суміші (ГПС) в пляму фокусування) може розміщуватись в руці оператора Рис.1а. В даному випадку виникає питання економічної доцільності виконання даної операції, бо, в «ручному» режимі не можливо забезпечити :

- бажану швидкість переміщення АА;
- точність переміщення та точність базування.

Найбільш повно, для вирішення даної проблеми, тобто переміщенню по заданій траєкторії АА, відповідають антропоморфні роботи Рис.1б, проте, дані системи:

- Мають велику вагу (для забезпечення заданої жорсткості);

- Малу точність переміщення [1] (звичайно $\pm 0.1\text{mm}$). При підвищенні точності переміщування, їх вартість значно зростає
- Також, їх системи керування (в полярній системі координат), їх програмне забезпечення досить складні (просте переміщення по лінії потребує роботи не менш 3-х двигунів в реальному часі).

Саме тому, використання даних систем, потребує значних витрат.

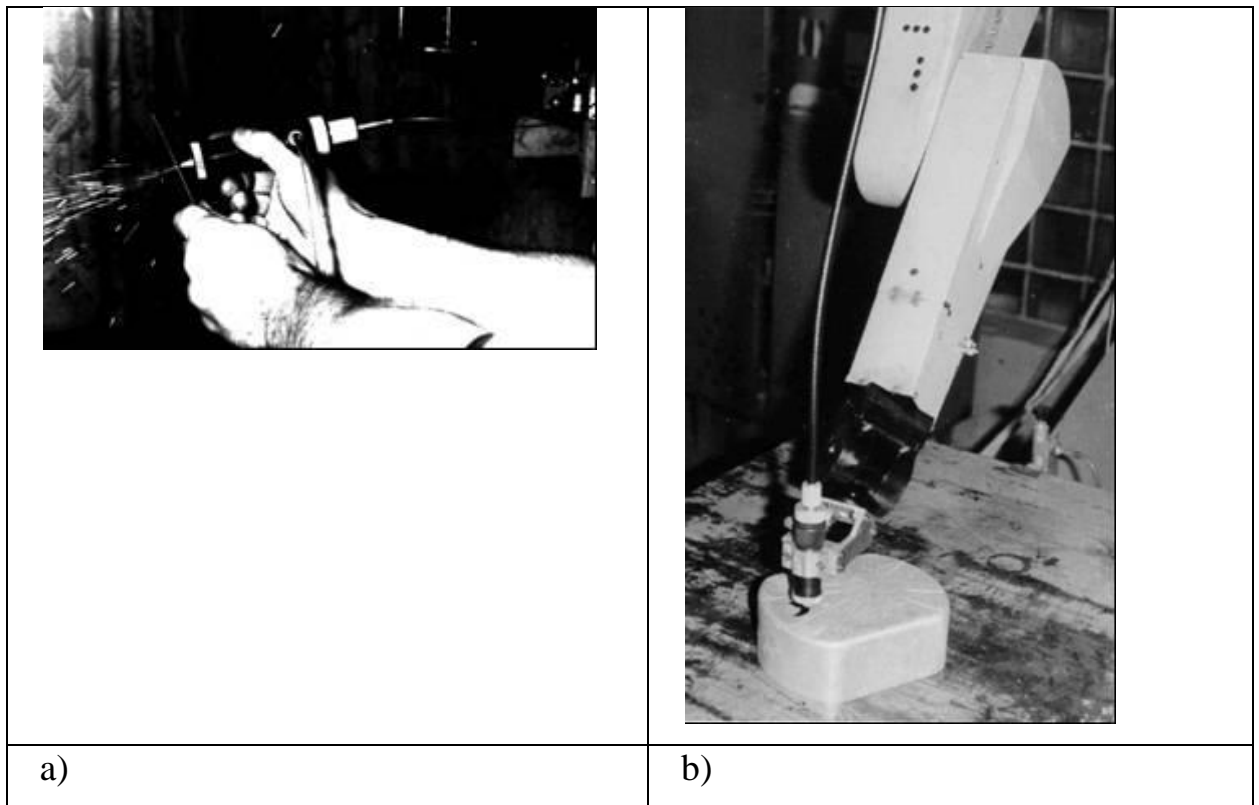


Рис.1 Система фокусування випромінювання в руці людини (a) та антропоморфного робота (b)

Це стосується і механізмів з паралельною кінематикою Рис.1.2 [2,3] Крім того, для забезпечення бажаної жорсткості системи необхідне зростання її ваги, похибка переміщення робочого органу постійно змінюється та інші, направляючі даного устаткування є рухомими, що потребує постійного захисту відкритих місць від відлітаючого порошку.

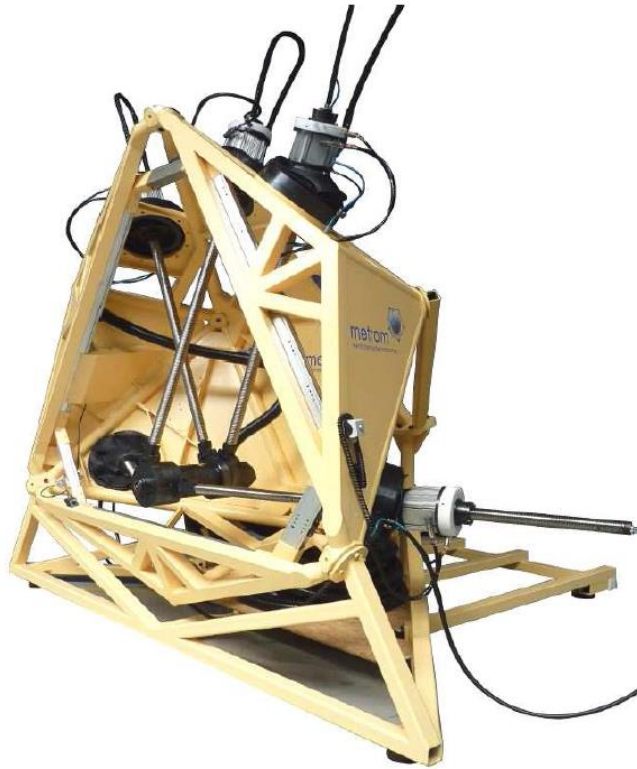


Рис.1.2 Фрезерний станок з паралельною кінематикою [3]

Найб простішм рішенням даної задачі є використання звичайних 3-х координатних платформ, що поширені в техніці, причому:

1. Звичайна 3-х координатна система, яка використовується в ЛТ та металообробці має можливість відтворювати будь яку 3-х координатну траєкторію, але має обмежену робочу зону. Розміщення на рухомому робочому столі крупно габаритної деталі може бути не можливим. (Рис.1.3)

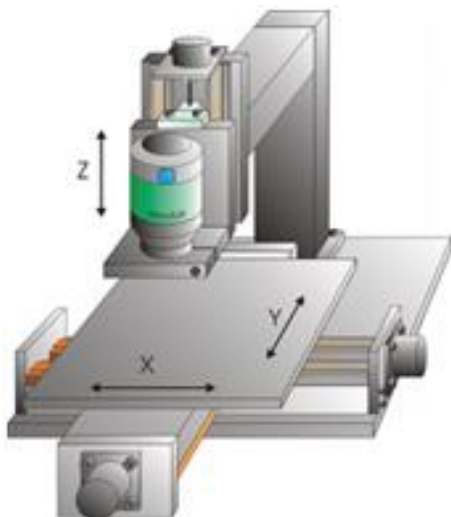


Рис.1.3 Звичайна 3-х координатна система

2. Портальна система (рухомий стіл по одній координаті, Рис1.4а), або система з рухомим порталом (Рис1.4.в), яка потребує «жорсткої» опори, по якій рухається портал також не дозволяють вести обробку великих деталей

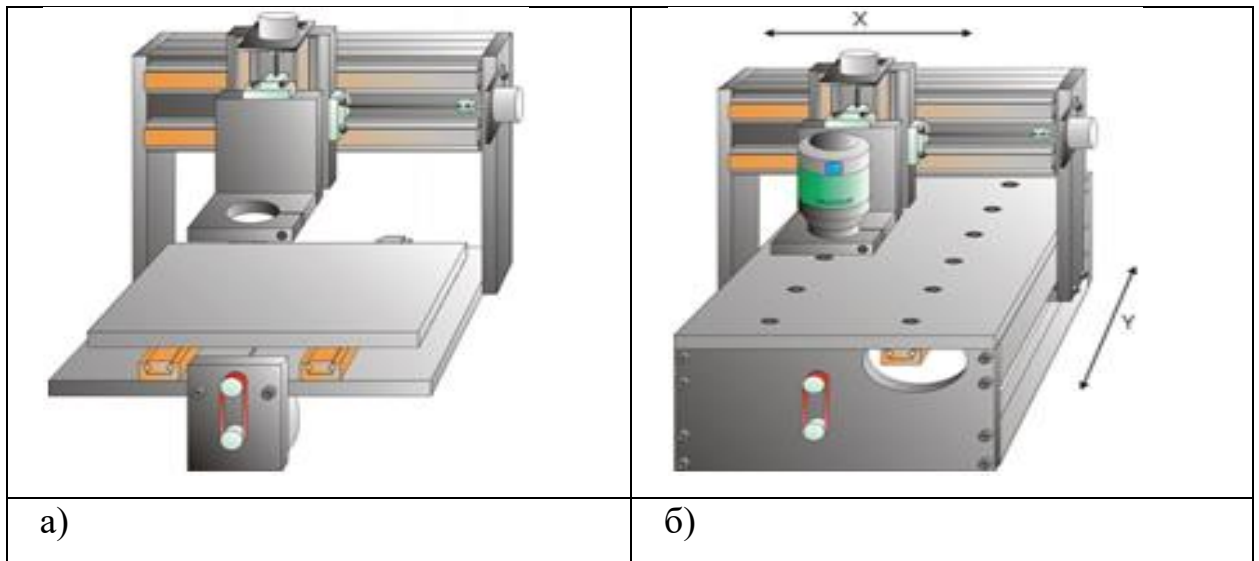


Рис.1.4. Схема порталних систем, де: а)- рухомий стіл для розміщення деталі; б) – рухомий портал

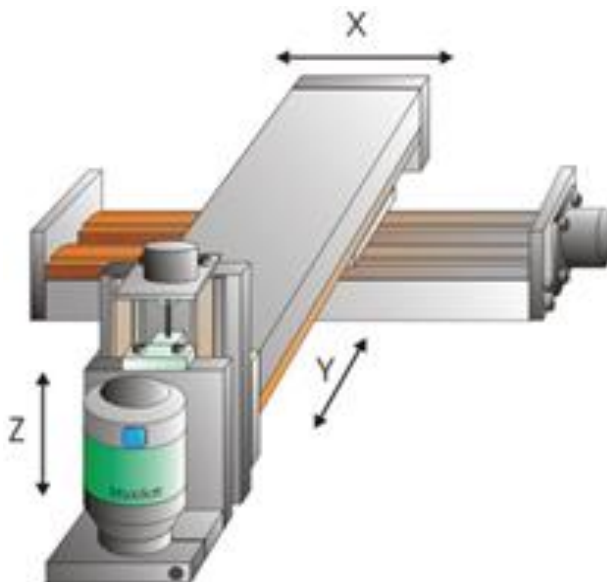


Рис.1.5 Безпортальна компоновка 3-х координатної системи.

При виготовленні даної системи (Рис 1.5) можливо використати 2 однакові (більш жорсткі) конструкції (які несуть максимальні навантаження) та забезпечують рух по горизонтальним координатам (OX and OY) та полегшену – яка забезпечує рух по координаті OZ і на яку чіпляється ААА.

- Зазначимо, що використання однакових деталей значно зменшить вартість конструкції.
- При розрахунку довжини переміщення каретки слід вважати:
- Розмір каретки
- Довжину робочого переміщення
- Довжину циклу розгін-торможіння
- Додаткову величину для встановлення різноманітних датчиків та складання захисних пружин або гофрів.

Для виконання умови руху по одній координаті зі швидкістю 100mm/s враховуючи наведене вище, загальна довжина направляючих складатиме біля 300мм.

Розглядаючи різноманітні варіанти виготовлення системи відмітимо, що типова промислова система руху по 1 координаті з рейковими направляючими (наприклад GL15N Model, Ball Screw Driven [4], або Compact Modules [5]) складає біля 6кГ, що накладає високі вимоги на потужність приводу, більш простим є виготовлення системи на лінійних циліндричних направляючих Linear Motion Slides [5]), яка має низьку вартість, та вагу.

На Рис.1.5 наведено одно координатна система лінійних переміщень з використанням лінійних циліндричних направляючих діаметром 12мм. Розрахована вага системи складає 2кГ, а при встановленні на стандартну плиту довжиною 400мм її вага складе 3,1кГ

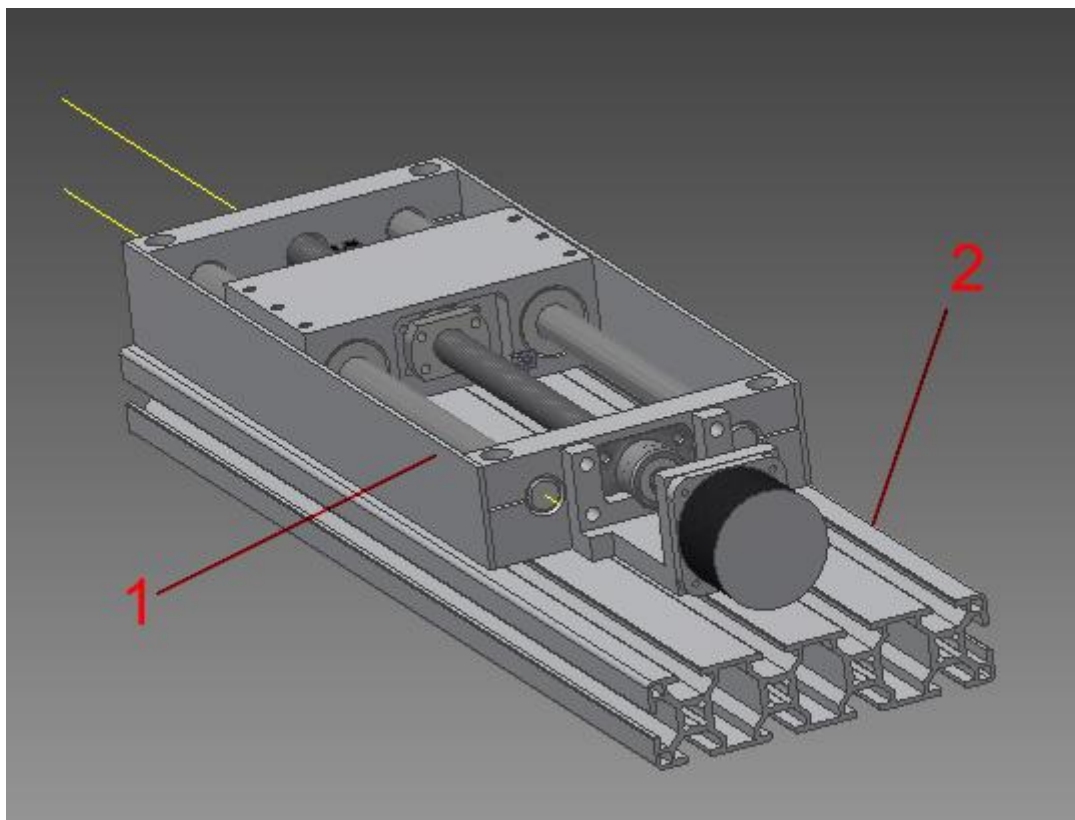


Рис.1.6 Система лінійних переміщень шириною 110мм (1) на циліндричних направляючих довжиною 300мм та встановлена на несучу плиту (2)

Для встановлених в рухому каретку (Рис.1.7, позиція 1) підшипників (позиція 2, Рис.1.8) , які встановлені на циліндричні (діаметр 12мм) направляючі 2 (Рис.1.7) вказане навантаження не помітне (Табл.1.1- Табл.1.3 [5]).

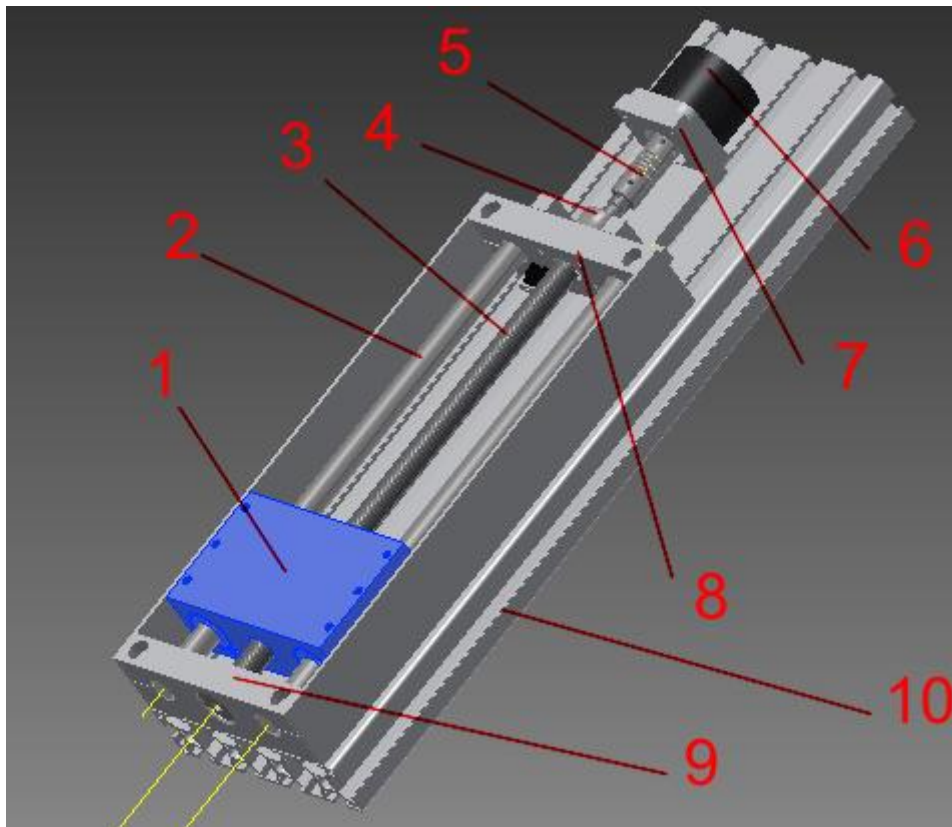


Рис.1.7 Координата по осям ОХ та ОУ, де: 1 – рухома каретка; 2 – циліндрична направляюча; 3 вал d12x5 (Табл.1.5), 4 – підшипниковий вузол (Табл.1.6), 5- муфта, :6-кроковий двигун;
7-з'єднувач; 8, 9- опори, 10-несуча плита

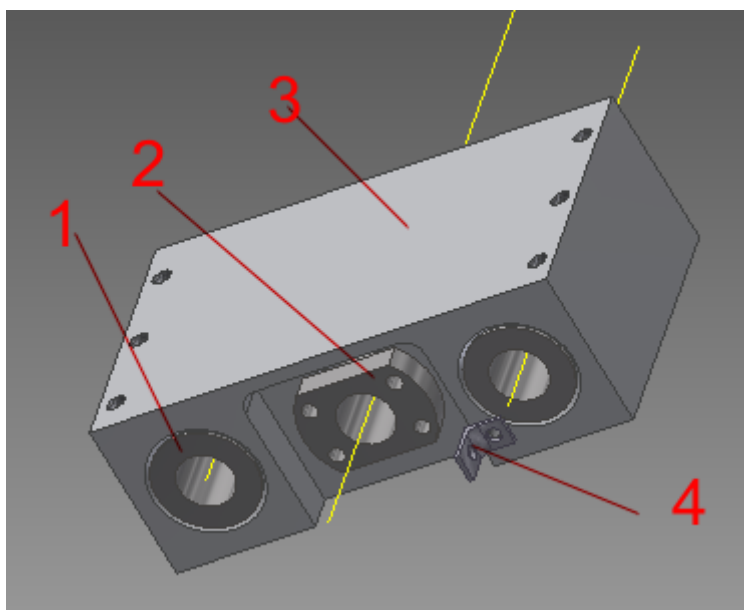


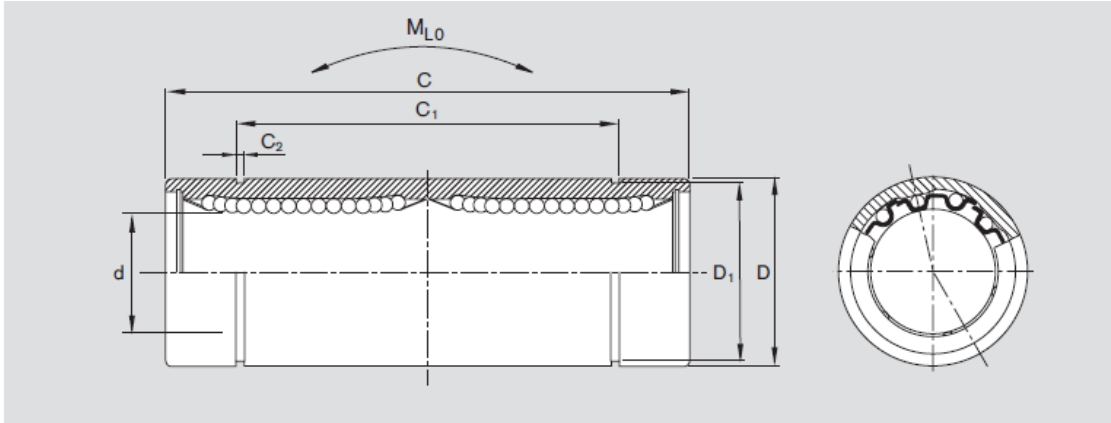
Рис.1.8 Рухома каретка, де: 1 підшипник 2-корпус гайки ШВП: 3 – корпус каретки; 4 – обмежувач

На наш погляд, найкращим виходом побудови мобільної системи є використання так званої «безпортальної» схеми (Рис.1.5). Головною перевагою таких схем є компактність і легкість та можливість базування в будь якому місці.

Табл.1.1

Підшипник

[5]



Dimensions (mm)							Rows of balls	Working bore diameter tolerance	Radial clearance ¹⁾	Load ratings (N)				Linear torque
Ø d	D	C	C ₁	C ₂	D ₁			h6 shaft	h6 shaft	min.	dyn. C max.	min.	stat. C ₀ max.	M _{Lo}
								(µm)	(µm)					(Nm)
8	16	46 _{-0.3}	33.0 _{-0.3}	1.10	15.2	4		+9 -1	+15 +2	340	390	470	660	4.5
12	22	61 _{-0.3}	45.8 _{-0.3}	1.30	21.0	4		+9 -1	+17 +2	650	750	840	1,200	11.0



Shaft Ø d (mm)	Material number		Weight (kg)
	Normal KBMT- ... -DD	Stainless KBMT- ... -DD-NR	
8	R0650 508 00	R0650 208 30	0.04
12	R0650 512 00	R0650 212 30	0.08
16	R0650 516 00	R0650 216 30	0.12
20	R0650 520 00	R0650 220 30	0.18
25	R0650 525 00	R0650 225 30	0.43
30	R0650 530 00	R0650 230 30	0.62
40	R0650 540 00	R0650 240 30	1.40

Табл.1.2 – Дані для розрахунку підшипників

The table includes the values for the maximum acceptable shaft inclination ($\tan \alpha_{\max}$) when using standard linear bushings.

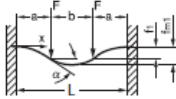
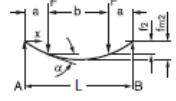
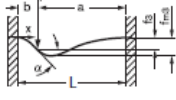
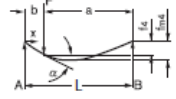
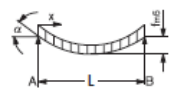
When $\tan \alpha = \tan \alpha_{\max}$, the acceptable static load is about 0.4 C_0 .




E x I values and weights for steel shafts

Shaft $\varnothing d$ (mm)	$\tan \alpha$	α (10^{-3}°)	α ($^\circ$)	α (min.)	α (sec)
5	12.3	70.5	0.0705	4	14
8	10.0	57.3	0.0573	3	26
12	10.1	57.9	0.0579	3	28
16	8.5	48.7	0.0487	2	55
20	8.5	48.7	0.0487	2	55

Solid shafts		
$\varnothing d$ (mm)	E x I (N x mm ²)	Weight (kg/m)
3	8.35×10^5	0.06
4	2.64×10^6	0.10
5	6.44×10^6	0.15
8	4.22×10^7	0.39
10	1.03×10^8	0.61
12	2.14×10^8	0.88
14	3.96×10^8	1.20
16	6.76×10^8	1.57

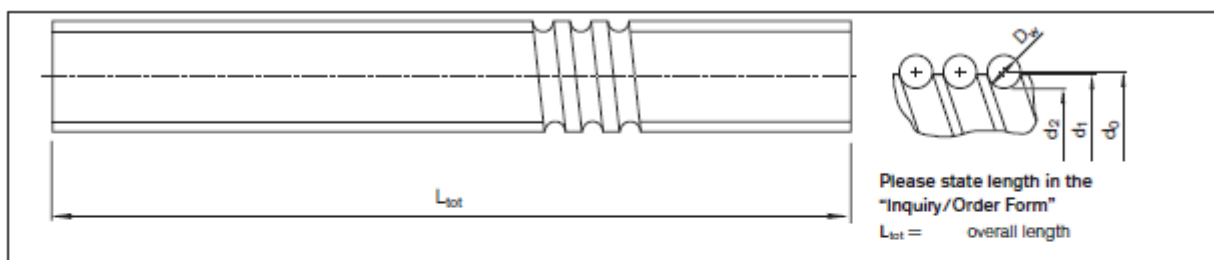
Табл.1.2 Формули для розрахунку підшипників

Case no.	Load condition	Deflection equation	Shaft inclination in linear bushing
1		$f_1 = \frac{F x a^3}{6 x E x I} x (2 - \frac{3 x a}{L})$ $f_{M1} = \frac{F x a^2}{24 x E x I} x (3 x L - 4 a)$	$\tan \alpha_{(x=a)} = \frac{F x a^2 x b}{2 x E x I x L}$
2		$f_2 = \frac{F x L x a^2}{2 x E x I} x (1 - \frac{4}{3} x \frac{a}{L})$ $f_{M2} = \frac{F x L^2 x a}{8 x E x I} x (1 - \frac{4}{3} x \frac{a^2}{L^2})$	$\tan \alpha_{(x=a)} = \frac{F x a x b}{2 x E x I}$
3		$f_3 = \frac{F x a^3 x b^3}{3 x E x I x L^3}$ $f_{M3} = \frac{2 x F x a^3 x b^2}{3 x E x I x L^2} x (\frac{L}{L + 2 x a})^2$	$\tan \alpha_{(x=b)} = \frac{F x a^2 x b^2}{2 x E x I x L^2} x (1 - \frac{2 x b}{L})$
4		$f_4 = \frac{F x a^2 x b^2}{3 x E x I x L}$ $f_{M4} = f_4 x \frac{L + b}{3 x b} x \sqrt{\frac{L + b}{3 x a}}$	$\tan \alpha_{(x=b)} = \frac{F x a}{6 x E x I x L} x (3 x b^2 - L^2 + a^2)$
5		$f_{M5} = \frac{5 x F x L^3}{384 x E x I}$	$\tan \alpha_{(x=0)} = \frac{F x L^2}{24 x E x I}$

1) Super linear bushings   and  experience no reduction in load rating or service life at a shaft inclination of up to 30 ft ($\tan 30' = 0.0087$).

F	= Load	(N)	I	= Planar moment of inertia	(mm ⁴)
a	= Distance	(mm)	f_1 to f_4	= Deflection at	(mm)
b	= Distance	(mm)		point of force application	
L	= Shaft length	(mm)	f_{M1} to f_{M5}	= Max. deflection	(mm)
E	= Young's modulus	(N/mm ²)	α	= Shaft inclination in the linear bushing	($^\circ$)

Табл.1.5 Кроковий гвинт



Size	Part number			(mm)		Moment of inertia	Maximum length (mm)		Weight
$d_0 \times P \times D_W$	Tolerance grade					J_s	Standard	on request	(kg/m)
T5	T7	T9	d_1	d_2	(kg · cm ² /m)				
8 x 2.5R x 1.588	R1531 235 00	R1531 237 00	R1531 239 00	7.5	6.3	0.04	1 500	2 500	0.30
12 x 5R x 2	R1531 465 10	R1531 467 10	R1531 469 10	11.4	9.9	0.11			0.75
12 x 10R x 2	R1531 495 00	R1531 497 00	R1531 499 00	11.4	9.9	0.11			0.74
16 x 5L x 3	R1551 015 00	R1551 017 00	R1551 019 00	15.0	12.9	0.31	1 500	3 500	1.24

Табл.1.6 підшипниковий вузол

Bearing Unit LAN

Fixed bearing with angular-contact thrust ball bearing LGN

Double-thrust,

series LGN-B-...

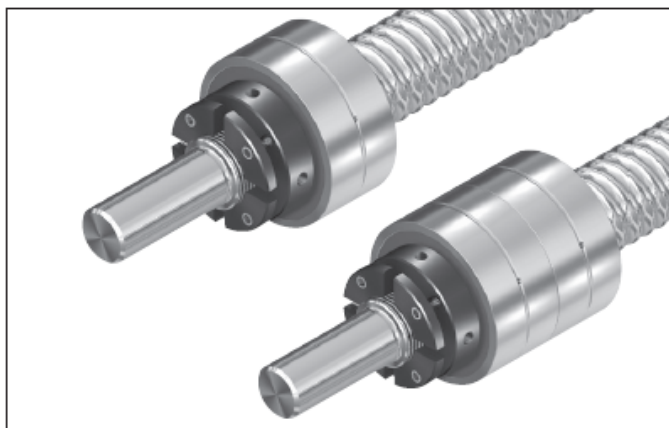
LGF-A-...

Double-thrust, in pairs,

series LGN-C-...

The pillow block unit consists of:

- Angular-contact thrust ball bearing LGN
- Slotted nut NMA..., NMZ...



Size	Module	Single parts		Slotted nut		Weight complete
$d_0 \times P$	Angular-contact thrust ball bearing with slotted nut	Designation	Part number	Designation	Part number	(kg)
6 x 1/2	R1590 106 00	LGN-B-0624	R3414 002 06	NMZ 6x0.5	R3446 001 04	0.040
8 x 1/2/2.5	R1590 106 00	LGN-B-0624	R3414 002 06	NMZ 6x0.5	R3446 001 04	0.040
12 x 2/5/10	R1590 106 00	LGN-B-0624	R3414 002 06	NMZ 6x0.5	R3446 001 04	0.040

Size	Load ratings ¹⁾		Bearing friction torque with sealing disk	Rigidity (axial)	Tilting rigidity	Limit speed (grease)
$d_0 \times P$	dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)	M _{RL} (Nm)	R _{th} N/μm	R _{td} (Nm/mrad)	n _g (min ⁻¹)
6x1/2	6 900	8 500	0.04	200	8	6 800
8x1/2/2.5	6 900	8 500	0.04	200	8	6 800
12x2/5/10	6 900	8 500	0.04	200	8	6 800
16x5/10/16	13 400	18 800	0.12	325	25	4 600

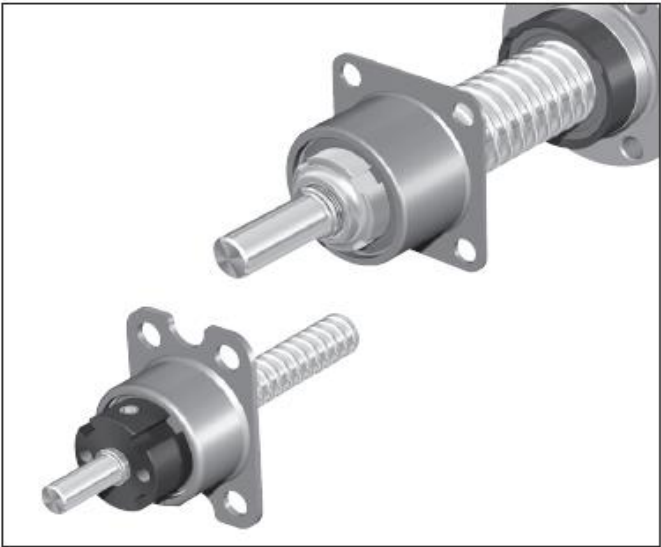
Bearing LAL

Fixed bearing with angular-contact thrust ball bearing LGL

Double-thrust, screw-down, for inexpensive designs

The pillow block unit consists of:

- Angular-contact thrust ball bearing LGL
- Slotted nut NMG..., NMZ...



Size	Module	Single parts					
		Angular-contact thrust ball bearing unit				Slotted nut	
				Load ratings ¹⁾			
d ₀ x P	Part number	Designation	Part number	dyn. C ₀ (N)	stat. C ₀ (N)	Designation	Part number
6 x 1/2	R1590 406 00	LGL-D-0624	R3414 038 06	1 340	1 250	NMZ 6x0.5	R3446 001 04
8 x 1 1/2/2.5	R1590 406 00	LGL-D-0624	R3414 038 06	1 340	1 250	NMZ 6x0.5	R3446 001 04
12 x 2 1/2/10	R1590 406 00	LGL-D-0624	R3414 038 06	1 340	1 250	NMZ 6x0.5	R3446 001 04
12 x 5/10	R1590 412 00	LGL-A-1244	R3414 040 06	13 200	17 900	NMG 12x1	R3446 002 02
16 x 5/10	R1590 412 00	LGL-A-1244	R3414 040 06	13 200	17 900	NMG 12x1	R3446 002 02

Табл.1.7 Гайка ходового гвинта ШВП

Flanged Single Nut FEM-E-B

Rexroth mounting dimensions Flange type B

With seals
With backlash or reduced backlash
With preload for sizes
8 x 2.5 and 12 x 5/10.
Tolerance grade: T5, T7, T9



Ordering code:

BASA	8 x 2R x 1.2	FEM-E-B - 4	00	1	1	T7	R	831K062	41K050	250	0	1
------	--------------	-------------	----	---	---	----	---	---------	--------	-----	---	---

d₀ – nominal diameter
P – lead
(R – right-hand side)
D_w – ball diameter
i – number of ball track turns

Category	Size	Part Number	Load ratings		Linear speed ¹⁾ v _{max} (m/min)
			dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)	
C	6 x 1R x 0.8 - 3 ²⁾	R1532 100 16	900	1 290	6
C	6 x 2R x 0.8 - 3 ²⁾	R1532 120 16	890	1 280	12
C	8 x 1R x 0.8 - 4 ²⁾	R1532 200 16	1 020	1 740	6
C	8 x 2R x 1.2 - 4 ²⁾	R1532 220 16	1 870	2 760	12
C	8 x 2.5R x 1.588 - 3	R1532 230 06	2 200	2 800	15
B	12 x 2R x 1.2 - 4 ²⁾	R1532 420 06	2 240	4 160	12
B	12 x 5R x 2 - 3	R1532 460 06	3 800	5 800	30
B	12 x 10R x 2 - 2	R1532 490 06	2 500	3 600	60

1) See "Characteristic speed d₀ · n" on page 141 and "Permissible axial load on screw F₀ (buckling load)" on page 179
2) Supplied only as complete ball screw assembly.

Встановлюючи на рухому каретку таку ж саму конструкцію ми отримаємо без портальне переміщення по двом координатам OX та OY (Рис.1.9), а додатково встановивши аналогічну конструкцію на рухому платформу, яка рухається вздовж координати OY ми отримаємо без портальне переміщення AA по трьом координатам OX , OY та OZ (Рис.1.10)

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ЛАЗЕРНОЇ ГАЗО ПОРОШКОВОЇ НАПЛАВКИ

2.1 Склад лазерного технологічного обладнання

Лазерне технологічне обладнання має блочну будову.

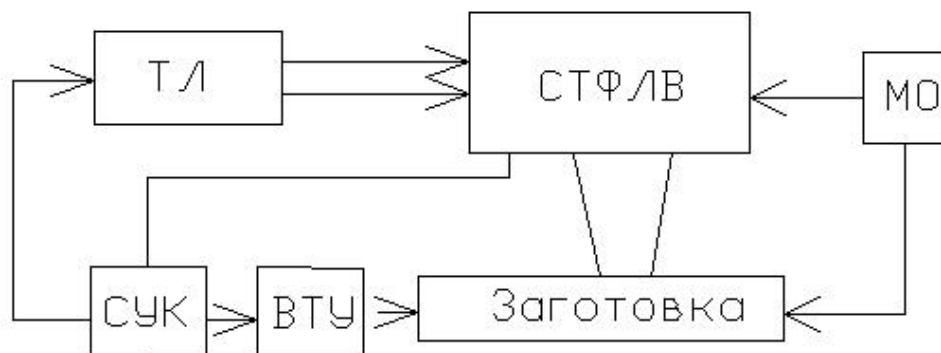
Лазерне технологічне обладнання складається з:

- Технологічний лазер (випромінювач) – пристрій генерації лазерного пучка
- Система транспортування та формування лазерного випромінювання, що включає в себе фокусуючий пристрій, оптичну систему для передачі лазерного випромінювання на відстань, різноманітні пристрої впливу на властивості лазерного пучка.
- Система управління та контролю, що контролює перебіг процесу лазерної обробки та має можливість вносити корективи в процес обробки.

- Допоміжні технічні пристрої – різноманітні пристрої, що забезпечують можливість виконання більшості операцій лазерної обробки.

- Маніпулятор – блок, відповідальний за переміщення заготовки, лазерного пучка в просторі.

Взаємозв'язок між цими елементами показано на рис. 2.1.1.



Рис

2.2.1 Склад лазерного технологічного обладнання та зв'язки між блоками

В залежності від кількості та складу блоків, лазерне технологічне обладнання може бути технологічним лазером (ТЛ), лазерною технологічною установкою (ЛТУ) та лазерним технологічним комплексом (ЛТК).

Технологічний лазер – це джерело лазерного випромінювання, що відповідає заданим технологічним вимогам та укомплектований необхідним комплектом запчастин. В промисловості, технологічний лазер самостійно майже не використовується, хоча він є основним компонентом лазерного технологічного обладнання. До технологічного лазера не можливо примінити поняття компонування, оскільки в ньому відсутні кінематичні переміщення блоків, з яких він складається.

Лазерна технологічна установка - це технологічний лазер з зовнішнім оптичним трактом, комплектом зовнішньої оптики та певним переліком запчастин. В деяких випадках в ЛТУ може бути присутній маніпулятор

заготовки, що працює незалежно з технологічним лазером. ЛТУ призначене для конструювання на його основі лазерних технологічних комплексів.

Лазерний технологічний комплекс – це ЛТУ, що оснащена маніпулятором заготовки або оптичної системи, елементами ДТП та загальною системою управління. Всі частини лазерного технологічного комплексу зв'язані між собою для виконання технологічного процесу. У випадку використання автоматизованих маніпуляторів заготовки або пучка та наявності відповідних систем зв'язку між системою управління маніпулятором та лазером комплекс називається автоматизованим технологічним комплексом (АЛТК).

За можливостями виконання операцій та призначенням, лазерне технологічне обладнання ділять на спеціальне, спеціалізоване та універсальне..

- Спеціалізоване лазерне технологічне обладнання використовують для одного типу деталі та для виконання лише одного виду обробки. При зміні технологічного процесу або конфігурації деталі його замінюють на нове обладнання.

- Спеціальне лазерне технологічне обладнання створюється для рішення спеціальних одиничних крупних задач, та в переважній кількості випадків воно створюється для разового використання.

- Універсальне ЛТО є загально-промисловим обладнанням, що призначене для виконання цілого ряду операцій та для обробки декількох різних деталей.

Загалом, спеціалізоване та спеціальне лазерне технологічне обладнання призначені для обробки однієї деталі і використовується переважно в одиничному та мілкому серійному виробництві. За звичай, їх конструюють для вводу в існуючу технологічну лінію на виробництві. Для обробки такої деталі потрібно одне або два простих переміщень. Саме ці переміщення визначають конструкцію та компоновання такого типу ЛТО. Теоретично, знаючи ці переміщення, конструктор вибирає вже відомі механізми, кінематичні схеми та вузли і komponує їх в конструкцію. Компонування

запозичують в універсальному ЛТО, відкидаючи зайві переміщення та видозмінюючи його кінематичну структуру. В спеціалізованому ЛТО кількість вузлів та блоків мінімальна.

Універсальне лазерне технологічне обладнання є самостійною одиницею, тобто в ньому немає вузлів, що відповідають за впровадження його в загальний технологічний потік.. Найчастіше універсальне ЛТО використовується в масовому та серійному виробництві. На стадіях розробки універсального ЛТО використовують вже відомі конструкції традиційного обладнання в робототехніці та метало-ріжучому верстатобудуванні. На особливості універсального ЛТО, його конструкцію та технологічні властивості впливають тип маніпулятора оптичних систем та заготовки, характер їх взаємного розміщення, розмір та форма деталей, характер операції, що виконується. Використовується багато класифікаційних ознак для визначення типу універсального ЛТО : за співвідношенням переміщення оптичної системи та маніпулятора заготовки, за кількістю операцій, які можна виконати на цьому обладнанні, за формою оброблюваних деталей, за габаритами робочої зони. На рис. 3.1.2 представлена класифікація ЛТО за співвідношенням переміщення оптики та деталі. В залежності від цієї ознаки, можливі наступні класи універсального ЛТО[4]:

- ЛТО з маніпулятором деталі, тобто оптична система нерухома, а маніпулятор переміщує деталь.
- ЛТО з маніпулятором оптики, де рухомість надана лише оптичній системі, а деталь залишається нерухомою.
- ЛТО змішаного типу, в якому і оптична система і заготовка мають певні ступені рухомості.

В зв'язку з цим в залежності від характеру маніпулятора існує лазерне технологічне обладнання з маніпуляторами заготовок , що здійснюють лінійне переміщення, обертальний рух, або поєднання двох видів руху.

В залежності від типу маніпулятора оптичної системи, їх підрозділяють на системи з переміщенням по лінійним траєкторіям та обертальним траєкторіям. У випадку складної траєкторії використовують складні маніпулятори, які називають “лазер – робот” [6].

Універсальне ЛТО змішаного типу містить переміщення оптичної системи та заготовки як по лінійним , так і по обертальним та криволінійним траєкторіям.

Для універсального ЛТО з маніпулятором заготовки використовують координатні столи та системи координатного переміщення. Вони розроблені таким чином, щоб виконувати послідовно або одночасно всі необхідні переміщення. Перевагами такого ЛТО є постійна довжина оптичного тракту, стаціонарні поворотні дзеркала, що забезпечують високу точність та якість обробки при невеликих габаритних розмірах робочої зони.

В залежності від цієї ознаки, можливі наступні класи універсального ЛТО[7]:

В залежності від типу маніпулятора оптичної системи, їх підрозділяють на системи з переміщенням по лінійним траєкторіям та обертальним траєкторіям. У випадку складної траєкторії використовують складні маніпулятори, які називають “лазер – робот” [12].

Універсальне ЛТО змішаного типу містить переміщення оптичної системи та заготовки як по лінійним , так і по обертальним та криволінійним траєкторіям.

Для універсального ЛТО з маніпулятором заготовки використовують координатні столи та системи координатного переміщення. Вони розроблені таким чином, щоб виконувати послідовно або одночасно всі необхідні переміщення. Перевагами такого ЛТО є постійна довжина оптичного тракту,

стаціонарні поворотні дзеркала, що забезпечують високу точність та якість обробки при невеликих габаритних розмірах робочої зони.

Для ЛТО з рухомими оптичними системами найбільш характерні три конфігурації оптичних систем: системи лінійного переміщення оптики, що місять в собі портальні одно, двох та трьох координатні системи; системи з обертанням оптичних елементів та системи типу лазер-робот, з використанням шарнірних поворотних елементів.

2.2 Дослідження просторових характеристик технологічних комплексів лазерної газо порошкової на плавки

Положення координатної точки(Рис. 2.2) встановлюється в межах основної системної координат відносно значення X , Y , Z даної точки.

Основна система координат



Рис. 2.2 Кутові значення α , θ , τ координатної точки у відношенні до основної системи координат.

Наприклад, у випадку коли значення X , Y , Z дорівнюють 300, 400 та 100, то координатна точка знаходиться в основній системі координат, так що в напрямленні вісь X переміщується на 300 мм, вісь Y 400 мм та вісь Z 100 мм. Кути орієнтації α , ϕ , τ визначають орієнтацію координатної точки. Величину кутів можна розрахувати наступним чином:

- проекція осі Z координатної точки викреслюється на площині $X - Y$ основної системи координат. Кут між віссю X основної системи координат та проекцією складає кут ϕ ;
- кут між віссю Z основної системи координат і віссю Z координатної точки складає кут α ;
- викреслюють лінію перетину площини $X - Y$ через початок координат точки і площини $X - Y$, паралельної основної системи координат. Кут між віссю Y координатної точки та вищезазначені лінії перетину складають кут τ . У випадку якщо вісь Y координатної точки вище площини $X - Y$ основної системи координат, кут τ позитивний, у випадку, якщо нижче, кут τ від'ємний.

Якщо кути орієнтації α , ϕ , τ дорівнюють нулю, з чого слід, що осі основної системи координат і координатної точки паралельні.

ІНВЕРСИРОВАНА ТОЧКА (INVERSE)

Величина координатної точки надається в значеннях x , y , z , ϕ , α , τ відносно основної системи координат. У випадку, коли інверсірована точка вираховується (команда LOCATE), нові значення x , y , z , ϕ , α , τ вказують, яка конфігурація основної системи координат відносно координатної точки. Інверсіровану точку можна інтерпретувати у вигляді “від'ємної” величини координат точки.

2.3 Комбіновані точки

При використанні сумованих, тобто комбінованих точок, робочу точку робота можна визначити відносно якої – небудь іншої точки. Це дійсно гнучкий метод, коли, робочі точки переміщуються при зміні точки захвату деталі. У випадку, коли робочі точки були визначені відносно якої – небудь точки порівняння (команда FRAME), зсув системи можна виконати відносно точки порівняння і тоді точки визначені відносно розглянутої точки, зсуваються у відповідній залежності.

Комбіновані точки можуть бути утворені тільки з координатних точок. Дані точки віддалені одна від одної дужками. Наприклад, якщо точка HOLE визначена відносно точки CORNER, робот змушується переміщуватись в точку HOLE за допомогою команди

GO CORNER (HOLE).

Комбіновані точки можна розрахувати “сумою” точок. Однак важливо зауважити, що зміни в кутах орієнтації комбінованої точки (значення k, x, y, z). Комбіновані точки можна утворити наступним чином:

- командою HERE;
- командою редактора Т і моніторною директивою LTEACH;
- за допомогою ручного управління при навчанні.

При утворенні комбінованих точок необхідно спочатку визначити точку порівняння. Наприклад, визначення точки CORNER (HOLE) може бути виконано наступним чином: маніпулятор переміщується в точку CORNER і надається команда

HERE CORNER.

Після чого маніпулятор переміщується з точки порівняння в визначену точку і надається команда

HERE CORNER (HOLE).

Рух в визначену точку можна здійснити за допомогою команди

GO CORNER (HOLE).

При застосуванні комбінованих точок необхідно зауважити, що витрачається порівняно тривалий час для їх розрахунку. Якщо в програму необхідно застосовувати декілька раз одну й ту саму комбіновану точку, то величину комбінованої точки можна записати в запам'ятовуючий пристрій у вигляді величини координатної точки командою LOCATE, і використовувати її в програмі замість комбінованої точки.

Наприклад:

```
LOCATE CORNER.HOLE = CORNER (HOLE)
.....
GO CORNER.HOLE
```

3. КОМПОНУВАННЯ ЛАЗЕРНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

У сучасному виробництві та машинобудуванні часто використовують деталі з складною поверхнею. Дуже поширеними є поверхні алгебраїчні (розгортні і нерозгортні лінійчаті, нелінійчаті і гвинтові); поверхні з числовими відмітками і конструктивні. Від геометричної форми деталі, що обробляється, залежить відносний характер руху формоутворення, який допускає різні варіанти розподілу складових руху між заготовкою та

сфокусованим лазерним пучком. Кінематика технологічного обладнання спирається на використання механізмів, які надають виконавчим органам тільки два елементарних рухи – обертальний та поступальний. Склад елементарних формоутворюючих та допоміжних рухів і зв'язків між ними визначають кінематичну структуру лазерного технологічного обладнання (ЛТО). Кінематична структура є основою для побудови компоновки ЛТО. Маємо логічний зв'язок між геометричною формою поверхні, конструкцією деталі, схемою формоутворення, кінематичною структурою обладнання та його компоновкою.

3.1 Основні засади компонування лазерного технологічного обладнання

Розробка компоновки є одним з важливіших етапів проектування лазерного технологічного устаткування. На цьому етапі обґрунтовують технічні характеристики і закладають основні техніко-економічні показники устаткування та забезпечують основні умови підвищення його якості. Компоновка ЛТО має блочну структуру і складається з одного стаціонарного та декількох рухомих блоків. Блоки компоновки можуть бути з'єднані між собою послідовно, паралельно та послідовно-паралельно. В традиційному ЛТО використовується послідовне з'єднання блоків компоновки.

Для формалізації компонування, створення структурних формул компоновок і подальшого їх аналізу можна використати теорію множин та алгебру логіки. Математичні властивості структурних формул компонування дозволяють скористуватись математичними методами відбору компоновок технологічного обладнання. [1]

Теорія координатних та конструкційних компоновок ЛТО багато в чому може наслідувати теорію компонування для металорізальних верстатів, однак

властивості транспортування лазерного пучка до зони обробки вносять в неї багато змін. [2]

На етапі компоновання ЛТО вибирають кількість, вигляд та взаємне розміщення його ступенів рухомості. Від правильного вибору кінематичної структури компоновки залежать такі характеристики, як спосіб передачі випромінювання, а також форма, розташування та розміри робочих зон лазерного пучка та заготовки.

Для систематизації різноманітних компоновок ЛТО для обробки поверхонь складної форми в залежності від виду та кількості ступенів рухомості можуть використовуватися різноманітні способи визначення положення кожного блоку в основних системах координат: прямокутній об'ємній, полярній циліндричній та полярній сферичній. Крім трикоординатних компоновок для обробки поверхонь складної форми застосовують п'ятикоординатні компоновки ЛТО.

Прямокутна об'ємна система координат має три ступені рухомості. Переміщення здійснюється лінійно по трьом координатам X, Y та Z . Вісь Z завжди направлена назустріч пучку лазерного випромінювання. В залежності від положення осі Z розрізняють горизонтальні та вертикальні компоновки (рис. 3.1.).

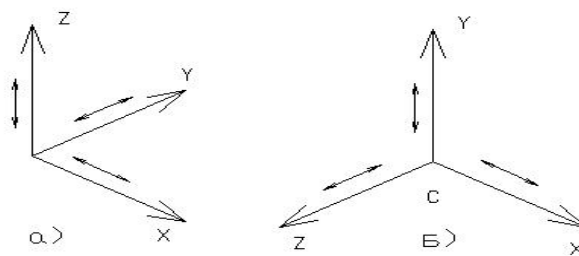


Рисунок 3.1. Схеми рухів в прямокутній об'ємній системі координат:

а) вертикальна компоновка, б) горизонтальна компоновка

Загальну кількість структурних варіантів компоновок ЛТО з урахуванням рухомості відносно випромінювача пристрою, що фокусує, можна визначити за наступною формулою:

$$Pn = n! + [n! - (n - 1)!], \quad (1.1)$$

де Pn - загальна кількість структурних варіантів компоновок;

n - кількість блоків компоновок.

Множина блоків, з яких складається ЛТО, що функціонує в об'ємній прямокутній системі координат має вигляд $M\{O, X, Y, Z\}$. Загальна кількість вертикальних або горизонтальних компоновок буде дорівнювати:

$$Pn = \{4! + [4! - (4 - 1)!]\} = 42.$$

В матриці варіантів вертикальних компоновок блоки, що відповідають за лінійні переміщення, позначені літерами X, Y та Z, відповідно до осі, по якій здійснюється переміщення (рис. 1.2). Стаціонарний блок O відокремлює блоки, що відповідають за переміщення заготовки (зліва) та лазерного пучка як інструмента (справа). Пристрій, що фокусує, і випромінювач лазера позначені літерами F і L у вигляді індексу при позначенні блока, на якому вони розташовані. Для позначення вертикальної компоновки використано символ z_v . Число стовпців матриці варіантів компоновок дорівнює числу можливих розрядних положень стаціонарного блоку.

Структурні формули в матриці варіантів компоновок – це послідовність символів, що позначають блоки компоновки, дозволяють розглядати компоновку як упорядковану множину блоків, розкривають координатну приналежність і спосіб послідовного сполучення блоків. Математичний характер структурних формул може бути підтверджений можливістю застосування до них алгебраїчних законів (переміщувального, розподільного, сполучного та інших).

$XYZO_{LFZ_v}$	$XYOZ_{LFZ_v}$	$XOYZ_{LFZ_v}$	$XYO_LZ_{FZ_v}$	$XO_LYZ_{FZ_v}$	$OXYZ_{LFZ_v}$	$O_LXYZ_{FZ_v}$
$YXZO_{LFZ_v}$	$YXOZ_{LFZ_v}$	$YOXZ_{LFZ_v}$	$YXO_LZ_{FZ_v}$	$YO_LXZ_{FZ_v}$	$OYXZ_{LFZ_v}$	$O_LYXZ_{FZ_v}$
$ZXYO_{LFZ_v}$	$ZXOY_{LFZ_v}$	$ZOXY_{LFZ_v}$	$ZXO_LY_{FZ_v}$	$ZO_LXY_{FZ_v}$	$OZXY_{LFZ_v}$	$O_LZXY_{FZ_v}$
$ZYXO_{LFZ_v}$	$ZYOX_{LFZ_v}$	$ZOYX_{LFZ_v}$	$ZYO_LX_{FZ_v}$	$ZO_LYX_{FZ_v}$	$OZYX_{LFZ_v}$	$O_LZYX_{FZ_v}$
$XZYO_{LFZ_v}$	$XZOY_{LFZ_v}$	$XOZY_{LFZ_v}$	$XZO_LY_{FZ_v}$	$XO_LZY_{FZ_v}$	$OXZY_{LFZ_v}$	$O_LXZY_{FZ_v}$
$YZXO_{LFZ_v}$	$YZOX_{LFZ_v}$	$YOZX_{LFZ_v}$	$YZO_LX_{FZ_v}$	$YO_LZX_{FZ_v}$	$OYZX_{LFZ_v}$	$O_LYZX_{FZ_v}$

Рисунок 3.2. Матриця варіантів вертикальних компоновок ЛТО

За структурною формулою $O_LYXZ_{FZ_v}$ побудована координатна і конструкційна вертикальні компоновки трикоординатного ЛТО, в якому всі рухи здійснюють блоки, що відповідають за переміщення лазерного пучка, а заготовка і випромінювач лазера нерухомі (рис. 3).

В п'ятикоординатній системі до множини елементів компоновки входить п'ять рухомих блоків і один стаціонарний. Для цієї системи координат можна застосувати поняття вертикальної або горизонтальної компоновки тільки умовно, оскільки лазерний пучок займає різні просторові положення в процесі переміщення. Кількість вертикальних компоновань для множини блоків M буде дорівнювати:

$$P_n = 6! + [6! - (6 - 1)!] = 1320.$$

Структурні формули з одного рядка матриці п'ятикоординатної компоновки можна записати як: $YXZCAO_{LFZ_v}$; $YXZCOA_{LFZ_v}$; $YXZOCA_{LFZ_v}$; $YXOZCA_{LFZ_v}$; $YOXZCA_{LFZ_v}$; $OYXZCA_{LFZ_v}$; $O_LYXZCA_{FZ_v}$; $YO_LXZCA_{FZ_v}$; $YXO_LZCA_{FZ_v}$; $YXZO_LCA_{FZ_v}$; $YXZCO_LA_{FZ_v}$.

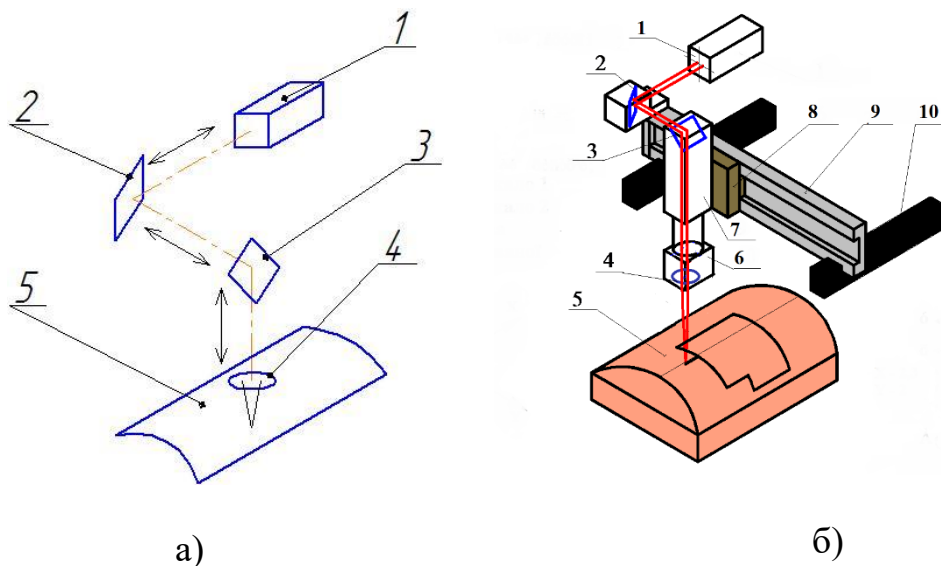


Рисунок 3.3 Координатна (а) і конструкційна (б) компоновки трикоординатного ЛТО

1- випромінювач лазера; 2,3- дзеркала поворотні; 4- лінза; 5- заготовка;
6-9- блоки рухомі; 10- напрямні.

За структурною формулою $O_L YXZCA_{FZ_v}$ побудована координатна і конструкційна вертикальні компоновки п'ятикоординатного ЛТО, в якому всі рухи здійснюють блоки, що відповідають за переміщення лазерного пучка, а заготовка і випромінювач лазера нерухомі (рис. 1.4).

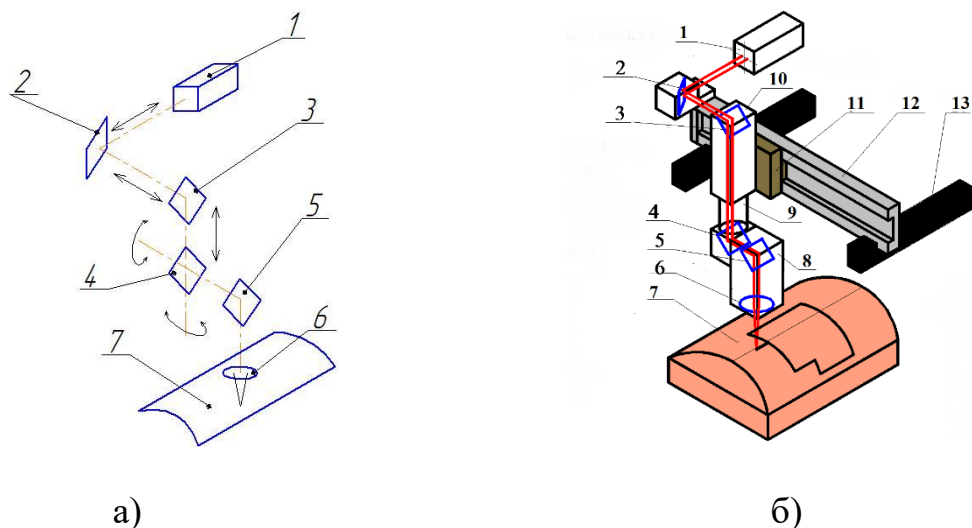


Рисунок 3.4. Координатне (а) і конструкційне (б) компонування п'ятикоординатного ЛТО

1- випромінювач лазера; 2-5- дзеркала поворотні; 6- лінза; 7- заготовка;

8-12- блоки рухомі; 13- напрямні.

Аналіз методів з'єднання блоків показує, що їх розташування у загальному енергетичному потоці від ведучої до відомої кінематичної ланки впливає на такі параметри функціонування технологічного обладнання як точність позиціонування, жорсткість, динамічні характеристики, коефіцієнт корисної дії (ККД), матеріалоемність, енергетичні витрати та інші. У традиційних компоновках технологічного обладнання з послідовним з'єднанням блоків наведені параметри нижче ніж у компоновках з паралельним з'єднанням блоків.

Із теорії машин і механізмів відомо, що при послідовному з'єднанні механізмів загальний ККД дорівнює добутку ККД окремих механізмів, а при паралельному з'єднанні механізмів загальний ККД дорівнює середньому із всіх ККД окремих механізмів. ККД системи механізмів паралельного з'єднання буде більшим за величиною, ніж системи механізмів, з'єднаних послідовно.

При послідовному з'єднанні загальний ККД менше мінімального окремого ККД. Тому слід прагнути до створення простих конструкцій з малим числом елементів. При паралельному з'єднанні загальний ККД визначається в основному окремим ККД механізму, через який проходить найбільша потужність. Отже низька якість окремих елементів менше впливає на загальне ККД машини, чим при послідовному з'єднанні.

Загальний ККД системи механізмів, з'єднаних послідовно-паралельно залежить від кількості механізмів, з'єднаних послідовно у паралельних ланцюгах і кількості паралельних ланцюгів.

Порівняльний аналіз переваг та недоліків механізмів з їх послідовним, паралельним та послідовно-паралельним з'єднанням показує, що найбільш ефективно функціонують механізми з паралельним з'єднанням. [3]

3.2 Використання механізмів паралельної кінематики в компонованні лазерного технологічного обладнання

Сучасна швидкодіюча обчислювальна техніка, розвиток мехатроніки, застосування механізмів паралельної структури (МПС) дозволили якісно змінити технологічне обладнання. У МПС рухомий блок шарнірно пов'язаний зі стаціонарним блоком кінематичними ланцюгами, які мають індивідуальний привод. Кінематичні ланцюги побудовані у вигляді просторових ферм, штанги яких мають сферичні і карданні шарніри на кінцях. Вони мають малу масу, забезпечують багатопоточність та паралельність передачі навантажень і працюють лише на розтягування або стискання. Замкнутий кінематичний ланцюг забезпечує вищу жорсткість усієї конструкції і менші навантаження на кожен привід, це у свою чергу призводить до підвищення точності позиціонування робочого органу. Наявність паралельних кінематичних ланцюгів дозволяє управляти однією вихідною ланкою по декількох паралельних каналах, забезпечуючи одночасне управління по положенню і швидкості.

За будовою МПС можна поділити на механізми зі штангами змінної довжини і штангами постійної довжини (рис. 2.5.). До МПС зі штангами змінної довжини належать біпод, трипод, пентапод, гексапод, а до МПС зі штангами постійної довжини - біглайд, триаглайд, ортоглайд, гексаглайд, дельта, ножиці. Змінюючи довжину штанг або положення штанг постійної довжини, можна орієнтувати рухомий блок у просторі.

У ЛТО в залежності від його структури з рухомим блоком МПС можна поєднати заготовку, що обробляється, пристрій фокусування, сканатор, а в деяких випадках і випромінювач технологічного лазера.

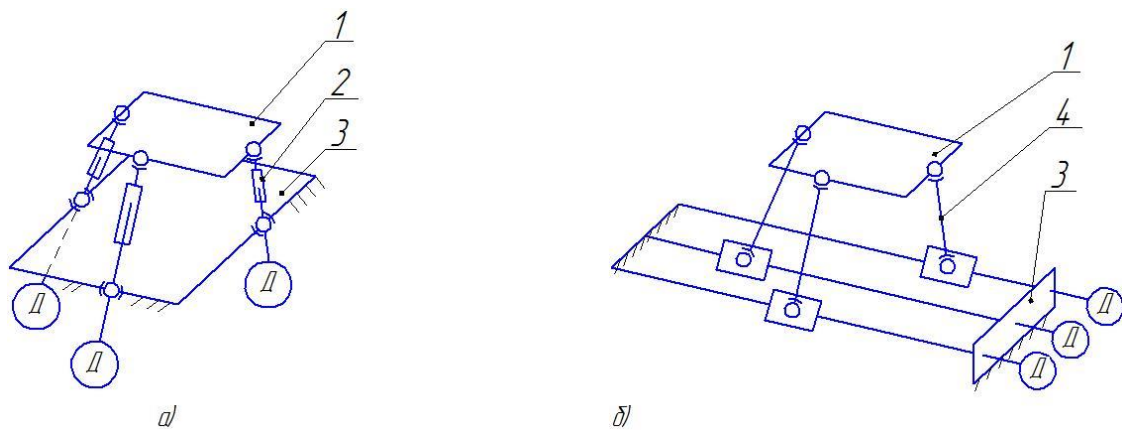


Рисунок 3.5. Схеми МПС: а – зі штангами змінної довжини, б – зі штангами постійної довжини

Механізми паралельної структури відрізняються різноманітністю кінематичних схем, методами перетворення рухів, ступенями вільності, компоновками та конструктивним виконанням основних елементів. У ЛТО з МПС виконавчий орган має до шести ступенів свободи, що дозволяє реалізувати формоутворення складних поверхонь деталей. Для ЛТО в залежності від технологічної задачі необхідно вибрати мінімальну кількість маніпуляційних рухів виконавчого органу та необхідну кількість ступенів вільності.

Як недолік ЛТО з МПС слід зазначити невеликі розміри робочої зони в порівнянні із загальними габаритами. Для обробки великогабаритних деталей з поверхнями складної форми можна використати ЛТО блоки компоновки яких з'єднані між собою послідовно-паралельно.

До складу ЛТО входить: технологічний лазер, двокоординатний портальний маніпулятор, МПС, двовісний сканатор, волоконно-оптична система передачі лазерного пучка від випромінювача до сканатора, система керування і технічного діагностування. Портальний маніпулятор рухає по двом координатам МПС, рухомий блок якого з'єднано зі сканатором (рис. 1.6.).

Для розмітки конструктивної інформації сканатор переключається у режим фокусування, МПС по програмі встановлюється в таке положення, при якому

лазерний промінь направляється перпендикулярно поверхні, яка розмічається. Портальний маніпулятор рухає МПС зі сканатором по двом координатам X і Y . Для нанесення символної інформації сканатор переключається у режим сканування. Портальний механізм тільки доставляє МПС і сканатор в зону нанесення символної інформації.

Конструктивна компоновка ЛТО з МПС виконана на основі модульного принципу з використанням мехатронних елементів. Така гібридна компоновка з послідовно-паралельним з'єднанням блоків між собою дозволяє підвищити точність процесу нанесення графічної та символної інформації на поверхню складної форми, створює оптимальні умови для високошвидкісної обробки..

Проведений порівняльний аналіз компоновок ЛТО показав можливість і раціональність застосування компоновок ЛТО з МПС, які мають широку різноманітність виконань, необхідність рішення задач структурного аналізу компоновок з МПС.

4. КІНЕМАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ

Робот промисловий універсальний РМ-01 АЯЦМ І.424.020(Рис. 4.1) призначений для виконання допоміжних переходів або операцій переміщення, а також операцій або технічних переходів в ході технологічного процесу.

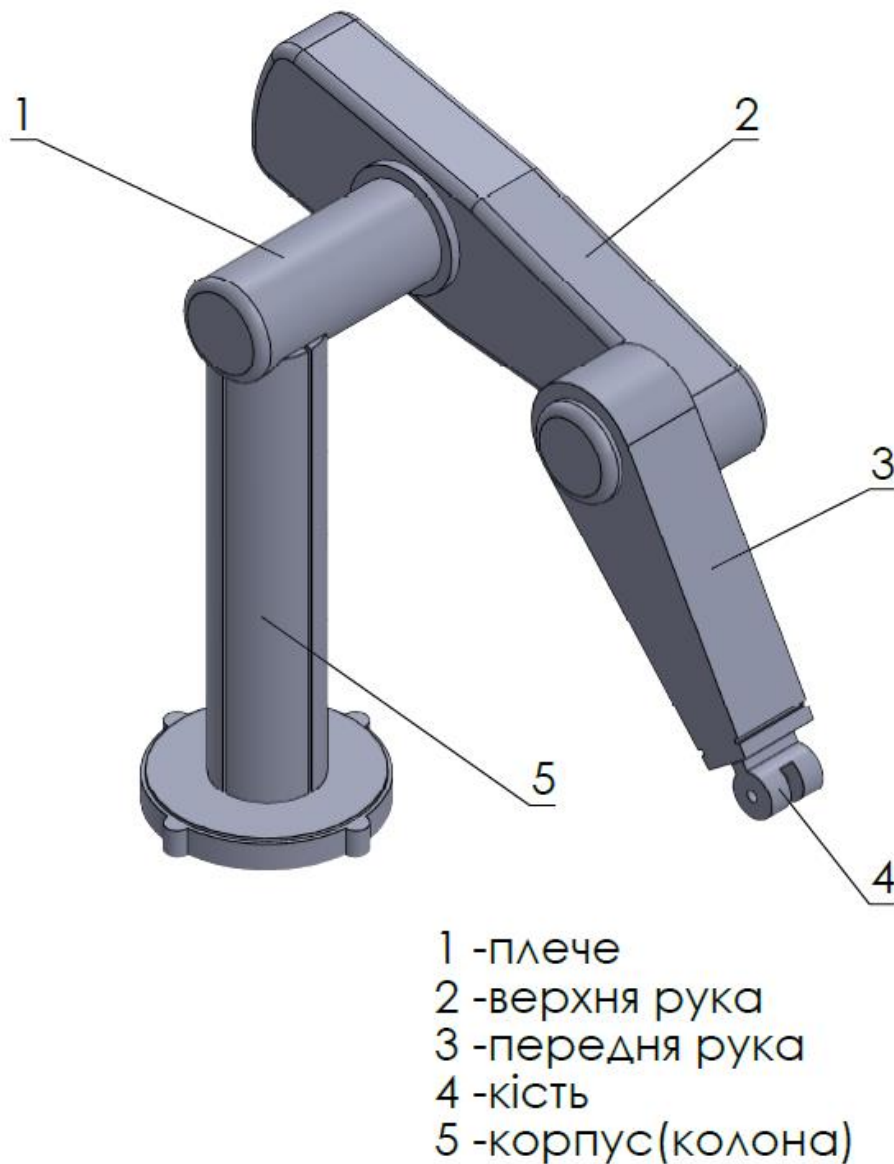


Рисунок 4.1 Вузли роботизованого маніпулятора.

Гнучкість програмування та можливість об'єднання зі складними системами є передумовою для застосування робота в різних задачах та ситуаціях:

- 1) монтаж та збірка;

- 2) сортувальні, розвантажувально – навантажувальні та пакувальні операції;
- 3) операції заклеювання та забарвлення;
- 4) дугове зварювання тощо.

Робот призначений для експлуатації в наступних кліматичних умовах:

- температура навколишнього повітря від 278 до 313К;
- відносна вологість повітря $(65 \pm 15) \%$ при 293К;
- атмосферний тиск від 0,0866 до 0,1067 МПа.

4.1 Технічні характеристики

Основні технічні характеристики та дані робота наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 Основні технічні характеристики

Найменування параметрів	Значення параметрів
1. Виконуєма функція	Універсальний
2. Число ступенів рухливості	6
3. Вид приводу	Електромеханічний постійного току
4. Спосіб управління	Контурно - позиційний
5. Спосіб програмування	Аналітичний з навчанням
6. Номінальна вантажопідйомність, кг	2,3
7. Максимальна абсолютна похибка позиціонування робочого органу, мм	$\pm 0,1$
8. Геометрична характеристика робочої зони	Сфера радіусом 864 мм з обертанням навколо колони (ступінь I) на 320^0 I навколо плеча (ступінь 2) на 250^0

9. Максимальна швидкість переміщення робочого органу, м/с	0,5
10. Можливість пересування робота	Стаціонарний
11. Спосіб встановлення робота на робоче місце	Підлоговий, підвісний, вбудований
12. Вид системи координат	Базова система координат (WORLD) і інструментальна система координат (TOOL)
13. Максимальне переміщення по ступеню рухливості, град Ступінь 1 Ступінь 2 Ступінь 3 Ступінь 4 Ступінь 5 Ступінь 6	 320 250 270 300 200 530
14. Момент інерції, кг-к ² Не більше: Ступінь 5 Ступінь 6	 4,1 0,4
15. Число одночасно керованих рухів по системі рухливості	6
16. Число каналів зв'язку з зовнішнім обладнанням На вхід На вихід	 32 32

17. Ємність пам'яті оперативного запам'ятовуючого пристрою, К слів	12
18. Тип каналу зв'язку з зовнішньою ЕОМ	Послідовний у відповідності до стандарту RS232C
19. Вид і ємність зовнішнього запам'ятовуючого пристрою, К байт	Накопичувач на носії, 65
20. Маса, кг, не більше Маніпулятора PUMA МК 2.560 Пристрою управління АЯЦМ 3.623.017	342 62 280
21. Габаритні розміри, мм Маніпулятора PUMA МК 2.560 Пристрою управління АЯЦМ 3.623.017	Висота І304, основи діаметром 406 І800х600х660
22. Напрацювання на відмову роботи, год. не менше	500
23. Середній строк служби, років, не менше	10

4.2 Пристрій та принцип роботи

Пристрій та принципи роботи приведені в технічному описі на пристрій АЯЦМ 3.623.017 ТО.

Маніпулятор PUMA МК 2.560 уявляє собою механічний вузол, який має 6 ступенів рухомості(Рис 4.4), гнучкість якого дозволяє виконати широку різноманітність операцій.

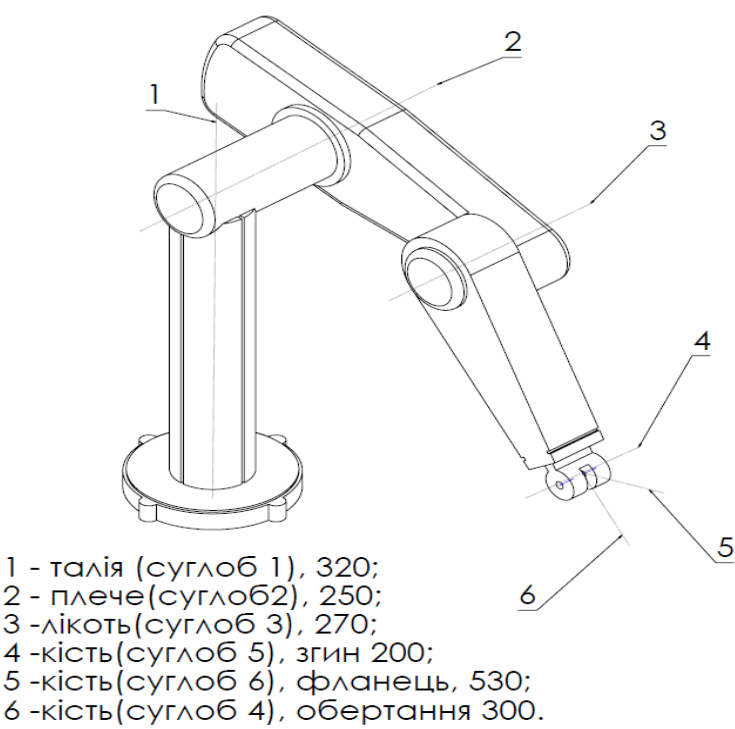


Рисунок 4.4 Суглоби маніпулятора

Кожна ланка маніпулятора приєднується до іншого в суглобі або плечі людини. Через кожний суглоб проходить одна або більше осей, відносно котрих обертаються ланки маніпулятора. Осі обертання і діапазон переміщення наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Найменування	Опис
Талія (суглоб 1)	Вісь суглоба 1 перпендикулярна площині, на якій встановлено маніпулятор, і співпадає з віссю симетрії корпусу (колони)
Плече (суглоб 2)	Вісь суглоба 2 перпендикулярна осі суглоба 1 і співпадає з осевою лінією плеча

Лікоть (суглоб 3)	Вісь суглоба 3 паралельна осі суглоба 2
Кість (суглоб 4)	Суглоб 4 обертається перпендикулярно осі суглоба 3 на 300^0
Кість (суглоб 5)	Вісь суглоба 5 перпендикулярна суглобу 4
Кість (суглоб 6)	Вісь суглоба 6 перпендикулярна осі 5 і співпадає з осевою лінією монтажного фланцю

Ланки маніпулятора називаються: корпус (колона), плече, верхня рука, передня рука, кість. Всередині ланок маніпулятора розташовуються електродвигуни та передавальні пари.

Для забезпечення максимальної міцності при мінімальній масі ланка верхньої і передньої руки мають монококову констукцію. Монокок – це такий метод конструювання, при якому зовнішні пластини (кожух) збірної ланки несуть все або часткове навантаження.

Кожна ланка зборки маніпулятора приводиться відповідним електродвигуном через свою систему подачі. Для управління маніпулятором необхідно виміряти позицію ланок відносно початкової або вихідної точки. Для цього використовують потенціометри. Операція калібрування повинна виконуватись всякий раз після включення живлення робота.

Для паралельної роботи робота необхідно управляти позицією та швидкістю кожного суглобу. Для точного виміру позиції використовують інкрементальні датчики, а для грубого визначення місце розташування суглоба використовують потенціометри. Потенціометри та інкрементальні датчики встановлюють в зйомному корпусі торцевому фленці кожного електродвигуна. Вал інкрементального датчика приводиться від валу двигуна через ковзаючу дискову муфту. Інформація з кожного інкрементального датчика надходить на відповідний МУП, де відбувається первинна обробка (визначення коду збільшення координат, коду тривалості інтервалу тощо. Необхідна для розрахунку відповідності МПЦ коду абсолютній координаті і

коду швидкості. На підставі отриманих даних і в відповідності до алгоритму управління МПЦ виробляє коригуючі сигнали, які надходять на МУП.

Електродвигуни всіх ланок обладнані електромагнітними гальмами, які виключаються як тільки знімається напруга з двигунів, що приводить до запирання маніпулятора в фіксованому положенні.

ХРЗ та Х125 на ПУ і роз'єм Х1 та Х2 на маніпуляторі.

Талія – суглоб 1

Електродвигун привода суглоба розташований поза колони, і оснований маніпулятора. Зубчата передача: прямозубчата циліндрична провідна шестерня, нарізана на валу електродвигуна, приводить таку ж провідну шестерню укріплену на проміжковому шкиво (холостому валу). Провідна шестерня з іншої сторони шкива входить в зчеплення з великою шестернею прикріпленою до основи плеча, що примушує останнє повертатися навколо основи.

Плече – суглоб 2

Двигуни і зубчата передача знаходяться в корпусі верхньої руки. Канонічна провідна шестерня електродвигуна приводить канонічну відому шестерню холостого валу, на іншому кінці якого також через циліндричну провідну шестерню і велику відому шестерню, відбувається передача руху на плече. Канонічна відома шестерня “обходить” плече, змушуючи руку повертатися навколо осі плеча.

Лікоть – суглоб 3

Двигун для лотка також розташований в корпусі верхньої руки. Зубчата передача розташована в верхній руці зі сторони ліктя і з'єднується з двигуном за допомогою привідного валу.

Базова система координат (WORLD)

В базовій системі координат є три взаємо перпендикулярні осі (X, Y, Z) з точкою відліку, розташованою на осі симетрії плеча маніпулятора. Базова система координат фіксована, вона не змінюється при русі суглобів маніпулятора. Ця система координат може бути використана, наприклад, коли робот визначається по точкам. Задавши цю систему координат з ПРУ кнопкою WORLD і натискаючи кнопки X, Y, Z активізуються рух інструменту, утримуваного схватом маніпулятора, тільки в напрямлення бажаних координатних осей. Це полегшує визначення, тому що в оператора не виникає необхідності контролювати рух окремих суглобів.

Інструментальна система координат (TOOL) також включає три взаємо перпендикулярні осі (X, Y, Z), але прив'язане до монтажному фланцю кісті. При русі маніпулятора TOOL – система координат рухається разом з монтажним фланцем. Ця система координат, також як і базова, може бути успішно використана при визначенні робота по точкам. Задавши TOOL – систему відповідною кнопкою ПРУ і, натискаючи кнопки X, Y, Z активізуються рух інструменту, утримуваного схватом маніпулятора, тільки в напрямленнях TOOL – осей. Оператору при цьому немає необхідності контролювати рух окремих суглобів (наприклад: “сверлячий рух” може бути отримано в напрямленні осі інструментальної (TOOL) системи координат).

4.4 Програмування роботизованого комплексу. Загальні відомості

Коли система управління ARPS ініціалізована, виконується перехід в режим управління МОНІТОР. Задача монітора – отримання директиви, введеної з клавіатури оператором, виконати операції, вказані в цих директивах. За допомогою моніторних директив можна запускати і зупиняти виконання прикладних програм, записувати і зберігати програми на носії, навчати робот визначеним точкам тощо.

Коли викликаний режим монітор, на екран дисплея виводиться:

>

або

RUN>

Символ “ > ” вказує, що ні одна з програм робота не ініціалізована (маніпулятор не рухається). Текст “RUN> ” означає, що програма, що знаходиться в запам'ятовуючому пристрої блоку управління, запущена.

Звичайна форма моніторних директив наступна:

INSTRUCTION argument 1, argument 2 ...,

де:

- “INSTRUCTION” – ім'я операції;
- “argument 1, argument 2...” - переміщені точки тощо, пов'язані з директивою. Якщо аргумент умовний, то він відображається в форматі команди в кутових дужках (<argument 1>).

В даному пункті описані окремі групи моніторних директив з більш детальним описом операцій, виконаних за допомогою моніторних директив.

Директиви для визначення точок:

Точки в системі управління ARPS можна визначити за допомогою директиви:

CHANCE (ТОЧКА).

Докладніше про моніторингові директиви.

В цьому пункті приводиться опис окремих моніторних директив з прикладами. Окрім того, вказується рівень, на котрому можна виконати кожну директиву. Символ “ > ” означає, що дану директиву можна виконати, якщо до цього не було ініційовано ні однієї з програм користувача. Символ

“RUN> ” означає, що дану директиву можна виконати, якщо в цей момент виконується одна з програм користувача. Більшість командних директив працюють на обох рівнях.

ABORT (RUN>)

Ця директива перериває виконання програм в кінці поточного кроку.
Формат директиви:

ABORT

C (>, RUN>)

Директива C(COMMENT) виводить строку для коментарів в режимі монітора. Формат директиви:

C (ТЕКСТ)

де:

- “ТЕКСТ” – довільна послідовність символів. Коментарі на рівні монітора можуть допомогти при створенні програм для режиму автоматичного запуску AUTOSTART (можна порівнювати з командою COM). Наприклад:

```
C*****  
*****  
C PROGRAM NAME: PRO1  
C*****  
*****  
C  
CAL (>)
```

За допомогою команди CAL (CALIBRATE) можна прокалібрувати пристрої кодування двигуна, які ведуть маніпулятор. Інакше кажучи, пристрій

управління вираховує точні кути зчленування маніпулятора. Формат директиви:

CAL < + (номер зчленування)

де:

- “номер зчленування” = 1 ... 6 і визначає зчленування, в якому компенсація можлива.

Якщо номер зчленування зі знаком плюс, то положення його буде скомпенсовано в позитивному напрямлені. Якщо номер зчленування зі знаком мінусом, то компенсація положення зчленування йде в протилежному напрямку. Величина компенсації відповідає одному оберту двигуна даного зчленування, при чому число їх не обмежено.

Примітка: успіх калібрування необхідно перевірити за допомогою команди “GO READY”.

Приклади:

а) CAL – виконати калібрування;

б) CAL 1, -5 – виконує калібрування і додає до положення зчленування 1 один компенсуючий оберт двигуна зчленування, а для зчленування 5 – виконує один компенсуючий оберт в протилежному напрямлені.

CHANGE (>, RUN>)

За допомогою цієї директиви можна змінити значення точок і/або записати нові точки. Формати директиви:

CHANGE (ТОЧКА)

де:

- “ТОЧКА” = координатна точка, комбінована точка або абсолютна точка.

Після директиви CHANGE на дисплей монітора виводиться значення позиції і з’являється знак запиту:

CHANGE location? (змінити точку?)

Після чого користувач може задати з клавіатури нові значення елементам точок, розділені комами. Якщо значення яких – небудь елементів не задано, а на клавіатурі набирається лише розділюючі символи (коми), то ці значення залишаються незмінними. Операція CHANGE (заміна) закінчується тим, що на дисплей виводиться нове значення (або старе, якщо елементи не були змінені) і натискається клавіша “CR” (“повернення каретки”). Якщо була задана нова точка, то вона буде записана в запам’ятовуючий пристрій з її нульовими елементами значення (за замовченням). Якщо точка – комбінована точка, то лише внутрішня точка може бути нульовою (наприклад X(A)), а точка X повинна бути задана раніше.

4.5 Спеціальні функції програмного забезпечення

Ініціалізація блока управління і языка програмування ARPS може здійснювати за допомогою режиму “АВТОСТАРТ”. При включені блоку управління на дисплеї виводиться наступний текст:

Nokia ARPS/M xxx.RM-01

Zero Memory (y, n) or AUTOSTART?

Якщо користувач на цій стадії нажимає кнопку “АВТОСТАРТ” на панелі оператора блоку управління, на дисплей виводиться наступне:

Set Arm Power (cr to abort)

На цій стадії користувач повинен включити живлення приводів (кнопка “ЖИВЛЕННЯ ПРИВОДУ I”). Після включення живлення приводу блок управління виводить на дисплей команду

LOAD START

Після цього ініціалізується програма монітора програма START. Текст, який виводиться на дисплей, має наступний вигляд:

> LOAD START

> COM START

Програма START повинна редагуватися в запам'ятовуючому пристрої блока управління перед тим як буде використаний режим АВТОСТАРТ. Програма START може включати тільки моніторні директиви. Нижче наведено приклад редагування програми START (підкреслені тексти виводяться блоком управління).

≥ EDIT START

Program START

1. COM . GO READY (cr)
2. COM LOAD ALLPRG (cr)
3. CO RUN PROG1 (cr)
4. E (cr)

≥

Режим АВТОСТАРТ може бути завжди перервана натисканням на клавіатурі будь-якого символу. Режим може також перерватись, якщо станеться помилка. Коли режим переривається, на дисплей виводиться текст:

AUTOSTART aborted

Примітка: програма START залишається в пам'ятовуючому пристрої блоку управління (пам'ять КМОП), навіть у випадку якщо виключається живлення. Програма START записується на носій, куди її загрузають в файл, який має ім'я START (виконується команда LOAD START).

Режим рухомого контуру: мова програмування ARPS включає так званий режим контурного руху, по якому маніпулятор переміщується від одної позиції до другої постійною швидкістю. Маніпулятор не зупиняється в окремих точках, але дія наступного переміщення вже передбачається перед тим, як маніпулятор досягне місця призначення (наміченої позиції) в процесі поточного переміщення. При контурному русі кутові точки переміщення заокруглені. Ступінь заокруглення залежить від швидкості маніпулятора. Чим більша швидкість переміщення, тим більше заокруглення (сили прискорення постійні).

Режим контурного руху здійснюється таким чином, що перед кінцем кожного переміщення (приблизно 0,3 сек. перед завершенням кожного переміщення) виконання програми руху до наступної команди, якщо команда є командою контурного руху (наприклад MOVE...).

Команди IF, SET, LOCATE тощо також є командою контурного руху, тобто вони не відключають режим контурного руху. Проте, якщо в програмі є декілька IF, SET, LOCATE тощо команд, де відсутні інструкції про переміщення, режим контурного руху може бути перерваний, оскільки 0,3 сек. дуже короткий відрізок часу для того, щоб виконати дані команди.

Примітка: команда IF IN є командою контурного руху, перевірка входів здійснюється за 0,3 сек. до закінчення руху.

Примітка: вихід із режиму контурного руху може бути здійснений переключенням програми BREAK.

Режим контурного руху завжди переривається заданням наступних команд:

BASE	CLOSE	DELAY
DISABLE	ENABLE	HERE
HALT	INCALL	LTOOL
NO INCALL	OPEN	TOOL
WAIT IN	WAIT LOAD	WEAVE

Зсув системі координат інструмента

При виконанні мови програмування ARPS траєкторія переміщення маніпулятора може коригуватися таким чином, що реальна робоча точка інструмента (прикріпленого до фланцю кісті маніпулятора) рухається по необхідній траєкторії. Коригування траєкторії інструмента виконується командами зсуву системи координат інструмента.

Зсув системи координат інструментів може здійснюватися за допомогою двох окремих команд (LTOOL, TOOL). За допомогою команди TOOL величина зсуву системи координат інструмента дається в абсолютних величинах x, y, z, o, a, t, які позначають розмір зсуву. При використанні команди LTOOL повинна визначатися точка, яка вказує величину зсуву. Величина зсуву може визначатися наступним чином, замість прямокутної системи координат тепер виступає система координат інструмента:

- визначається відстань головки інструмента від середньої точки фланцю кісті в відношенні всіх трьох осей X, Y, Z. Одержувані

величини X , Y , Z є значенням зсуву системи координат інструмента (наприклад: 100, 0, 300);

- визначається направлення осі Z інструмента та його проекції на системі координат інструмента на площині $X - Y$. Кут між проекцією і системою координат інструмента по осі X – це кут ϕ , (наприклад: дорівнює 0);

- кут між віссю Z системи координат інструмента та осі Z інструмента – кут α , (наприклад: 45 градусів);

- кут t системи координат інструмента зазвичай дорівнює 0. Якщо потрібно дати значення куту t , результатом буде те, що інструмент обертається навколо своєї осі Z ;

- виконується програмна команда `TOOL`, аргументами котрої даються виміряні значення (якщо команда `TOOL` виконується на рівні монітора, повинна добавлятися точка перед командою, тобто `“.TOOL”`), наприклад:

`> . TOOL 100, , 300, , 45`

Іншим методом зсуву системи координат інструмента являється формування точки (наприклад `TOOL1`), використовуючи команду `CHANGE`, а значення x , y , z , ϕ , α , t даються в вимірних величинах і виконується програмна команда `LTOOL`, наприклад:

`> CHANGE TOOL1`

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>	<u>ϕ</u>	<u>α</u>	<u>t</u>
TOOL1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000

Change location?: 100, , 300, , 20

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>	<u>o</u>	<u>a</u>	<u>t</u>
TOOL1	100.00	0.00	300.00	20.000	0.000	0.000

> .LTOOL TOOL1

Зсув системи координат інструмента обнуляється програмною командою TOOL.

Запам'ятовуючий пристрій системи управління ARPS складається з оперативної та зовнішньої пам'яті на носіях. ОЗП розташоване в ЦЕОМ і його ємність складає 16 Кслів (16384 слів по 16 біт), із котрої система управління потребує приблизно 0,2 Кслів для власного використання. В той же час, коли оператор редагує програми робота, кроки програми записуються в простір вільної пам'яті. Одна координатна точка займає приблизно 18 слів, абсолютна точка приблизно 11 слів і одна програмна команда – приблизно 6 слів. Величини є середніми і вимірюються в залежності від числа аргументів або довжини назви точки.

ЗП 16 Кслів має ємність приблизно 500 кроків програми + 500 точок
або
0 кроків + 800 точок
або
2000 кроків програми + 0 точок

Ємність пам'яті на носії складає 264 блока (блок = 256 знаків). При записі програми на носій 100 кроків програми займає приблизно 8 блоків пам'яті, 100 координатних точок займає 20 блоків, а 100 абсолютних точок займає приблизно 13 блоків. На один носій може записатись наступний об'єм:

1000 кроків програми + 1000 точок

або

2300 кроків програми + 0 точок

або

0 кроків програми + 1300 точок

Починаючи з версії ARPS B00 програмне забезпечення збільшилось за рахунок можливості адресації до плати інтерфейсу по ширині центрального процесора. Адресація може бути виконана, використовуючи, так звані спеціальні групи входу/виходу в поєднанні з оператором INGROUP та командою OUTGRUP. Використання спеціальних груп входу/виходу аналогічно використанню нормальних груп входу/виходу, єдина відмінність в тому, що значення індексів спеціальних груп входів/виходів від'ємне. Адреса плати інтерфейсу повинна бути на та званій сторінці I/O (сторінка входу/виходу) ЦЕОМ (восьмирічна адреса між 174000...177777). Відповідними величинами спеціальних груп входів/виходів є -2048...-1.

5. ФАКТОРИ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ КОМПОНОВОК

5.1 Характеристика якості компонок

Правильний вибір та раціональна конструкція компоновки лазерного технологічного обладнання суттєво впливає на його якість.

Вплив компоновки на показники якості лазерного технологічного обладнання можна прослідкувати по двом напрямкам. По перше, великий вплив несе в собі структура компоновки, що забезпечує обладнання всіма характеристиками, які висуває технологічне завдання, по друге, раціональне розташування блоків у просторі, що також впливає на різноманітні показники якості.

Не можна ставити знак рівності між поняттями якість компоновки та якість самого обладнання. В останньому випадку, якість можна лише оцінити, бо ми оперуємо з готовим виробом. А при звертанні уваги на якість компоновки лазерного технологічного обладнання ще на етапі проектування, ми можемо вплинути на кінцеву якість устаткування.

Під якістю компоновки слід розуміти такі властиві лише їй показники, щоб наряду з іншими компоновками, обладнання, побудоване на основі цієї компоновки було на порядок вище за інші. Для визначення якості компоновки використовують порівняльні методи, оскільки на даній стадії проектування дуже мало інформації про проектуєме обладнання. Відсутність конкретики дозволяє скоротити затрати часу на проектування і не дає конструктору можливості прив'язатись до якоїсь конкретної конфігурації блоків або всього обладнання. Саме тому в показники якості компонок не включають фактори, що залежать від реальних конструкцій.

Всі фактори, що впливають на якість компоновки мають назву компоновочні фактори, та характеризують розташування та пропорційне відношення блоків компоновки та направляючих, якщо аналіз проводиться з використанням конструкційних компонок.

При використанні порівняльного методу аналізу компонок існує можливість не приймати до уваги фактори, що присутні в усіх компоновках, та їх вплив на них майже однаковий.

Основними показниками якості компонок лазерного технологічного обладнання є продуктивність роботи устаткування, точність, зносостійкість, вартість, собівартість обробки та жорсткість.

Продуктивність лазерного устаткування в значній мірі залежить від технологічної компоновки. Продуктивність проявляється в затратах часу на обробку, можливість швидкого переналагоджування та зручність в роботі та обслуговуванні верстату.

Точність лазерного технологічного устаткування залежить від розмірів, розташування та пропорцій направляючих., а також характер зміни деформацій від маси заготовки, що переміщується та від переміщення кареток по направляючим. Залежність точності лазерного технологічного обладнання від точності його компоновки настільки істотна, що точність компоновки є самим важливим показником якості компоновки, що не залежить від інших факторів.

Зносостійкість та міцність компонок залежать від розмірів направляючих та деяких корпусних деталей. Ці фактори в свою чергу, суттєво залежать від жорсткості. Їх вплив на якість компоновки мінімальний, оскільки при дотримання правил конструювання знаходяться в допустимих межах у всіх типів компонок.

Вартість лазерного технологічного устаткування в незначній мірі залежить від компоновки., оскільки більшу частину вартості такого обладнання складає сам випромінювач. Однак, якщо прийняти до уваги вартість пристроїв, що відповідають за управління переміщенням, то можна сказати, що вартість лазерного технологічного обладнання також залежить від точності.

З вищесказаного випливає, що всі основні техніко – економічні показники лазерного технологічного обладнання прямо або відносно залежать від компоновки ЛТО. Найважливішими факторами компоновок ЛТО можна назвати жорсткість та вібростійкість.

Жорсткість лазерного технологічного обладнання цілком та повністю залежить від компоновки ЛТО, зокрема від властивостей направляючих та деяких корпусних деталей.

Перелічена вище кількість факторів повинна піддаватись розрахункам вже на стадії проектування ЛТО. До методів розрахунку доцільно використовувати наступні рекомендації:

1.Методи розрахунку повинні дозволяти не тільки проводити сам розрахунок, а й давати посилання на можливу оптимізацію складових компоновки.

2.Методи розрахунку повинні бути порівняльними, оскільки на цій стадії проектування неможливо оперувати з конкретними даними. Рівнозначні фактори можна взагалі не помічати.

3.Методи розрахунків повинні бути такими, щоб їх використання не потребувало реальної конкретизації конструкції та при мінімальній кількості її габаритних розмірів.

4.Результати розрахунків повинні давати як оцінку якості компоновки в цілому, так і вказувати на істотні недоліки вибраних компоновок.

Виконання цих вимог містить в собі певні труднощі, оскільки дуже важко визначити певні принципи за якими проводити порівняння, однак на етапі проектування будь-які розрахунки можна робити приблизно.

5.2 Робоче поле компоновок та його властивості

При обробці деталей на верстатах, розташування поверхонь обробки відоме заздалегідь и може враховуватись при виборі компоновки. Робоче поле компоновки – це певна частина простору, в якій здійснюється обробка та відносні переміщення.

Значимість робочого поля в тому, що саме в його межах діють такі показники якості компоновки як жорсткість, точність та інші. В деяких межах робоче поле обладнання неперервне, деякі його точки можуть мати різні характеристики.

Оскільки формотворення на верстатах здійснюється за рахунок відностних рухів лазерного пучка та заготовки, то можна сказати, що робоче поле лазерного технологічного обладнання (РЛТО) буде складатись з робочого поля заготовки (ПЗ) та робочого поля переміщень лазерного пучка (ПЛП). Видно, що для визначення розмірів робочого поля ЛТО необхідно знайти переріз робочих полів заготовки та лазерного пучка, тобто знайти таку область, що її одночасно займають лазерний пучок та заготовка при переміщеннях.

На рис. 8.1 показані матриці форм полів заготовки та лазерного пучка для всього набору компоновок лазерного технологічного обладнання для плоскої прямокутної системи координат. Показані робочі поля для перших рядків матриць вертикальної а горизонтальної компоновки, оскільки не залежно від того що робочі поля для однієї й тієї ж компоновки в вертикальній та горизонтальній компоновках за формою абсолютно однакові, їх просторове розташування буде відрізнятись.

Визначимо максимальні та мінімальні межі робочих полів.

Мінімальне робоче поле лазерного пучка дорівнює розміру перерізу лазерного пучка в зоні обробки. Воно характеризує компоновки, в яких всі координатні блоки розміщені зліва від стаціонарного блоку, тобто в зоні заготовки. В залежності від рухомості лазерного пучка воно може

трансформуватись в лінію, площину , а в загальному випадку в поверхню, загальні розміри яких не перевищують габарити заготовки.

Мінімальне поле заготовки визначається її розмірами. Таке поле заготовки можна знайти в компоновках, де всі координатні переміщення здійснює лазерний пучок. Якщо заготовці надати хоча б одну степінь рухомості, то її поле почне збільшуватись. Як і для лазерного пучка, робоча зона заготовки при збільшенні може формувати площину та деяку поверхню. Найбільше поле заготовок в тих компоновках, де всі рухомі координатні блоки знаходяться в тій частині структурної формули, яка відповідає заготовці.

Для зменшення робочого поля компоновки необхідно зменшувати поле заготовки, тобто її рухомість. Найбільше робоче поле мають компоновки , в яких поля заготовок та лазерного пучка рівні.

Збільшення робочого поля компоновки призводить до збільшення металомісткості лазерного технологічного обладнання, пов'язаної з розмірами рухомих та стаціонарних блоків, що в свою чергу призводить до збільшення вартості лазерного технологічного обладнання. Чим більше робоче поле компоновки, тим більшу площу займає лазерне технологічне обладнання. Саме тому із збільшенням розмірів заготовки необхідно мінімізувати поле заготовки, або зробити так, щоб воно якомога менше відрізнялось від поля лазерного пучка.

В робочому полі лазерного технологічного обладнання проявляються похибки обробки деталей, що залежать від зміни зовнішніх умов та внутрішнього стану системи. Точність компоновки лазерного технологічного обладнання залежить від зміни координат робочого поля. Це пов'язано як із зміною жорсткості системи, так і розмірів перерізу лазерного пучка при його переміщенні в робочому полі заготовки. На рис. 6.1 –6.3 показані матриці робочих полів для найбільш вживаних систем координат.

6 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Стартап (форма малого ризикового підприємництва) впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із розвитком інтернету як засобу популяризації та торгівлі стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, здійснювати діяльність між різними країнами), і вважається однією із найновіших складових інноваційної економіки, за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів кількість інноваційних ідей зростає.

Та створення та впровадження стартап-проектів має підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає 10%-20%. Сама стартап-проект, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за даних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення певних кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Узагальнено етапи розроблення стартап-проекту можна подати таким чином.

Етапи розроблення стартап-проекту:

1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту:

- розробляється опис самої ідеї проекту та визначаються загальні напрями використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів;

- на базі аналізу ринкового середовища розробляється стратегія ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту.
- аналізуються ринкові можливості щодо його реалізації;

2. Організація стартап-проекту:

- розраховується потреба в основних засобах та нематеріальних активах;
- складається календарний план-графік реалізації стартап-проекту;
- визначається плановий обсяг виробництва потенційного товару, на основі чого формулюється потреба у матеріальних ресурсах та персоналі;
- розраховуються загальні початкові витрати на запуск проекту та планові загальногосподарські витрати, необхідні для реалізації проекту.

3. Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту:

- визначається обсяг інвестиційних витрат;
- розраховуються основні фінансово-економічні показники проекту (обсяг виробництва продукції, собівартість виробництва, ціна реалізації, податкове навантаження та чистий прибуток) та визначаються показники інвестиційної привабливості проекту (запас фінансової міцності, рентабельність продажів та інвестицій, період окупності проекту);
- визначається рівень ризикованості проекту, визначаються основні ризики проекту та шляхи їх запобігання (реагування на ризики).
- розраховуються основні фінансово-економічні показники проекту (обсяг виробництва продукції, собівартість виробництва, ціна реалізації, податкове навантаження та чистий прибуток) та визначаються показники інвестиційної привабливості проекту (запас фінансової міцності, рентабельність продажів та інвестицій, період окупності проекту).

4. Заходи з комерціалізації проекту(цей етап спрямовано на пошук інвесторів та просування інвестиційної пропозиції):

- складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом;
- визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів;
- планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок та планування системи заходів з просування в межах обраних каналів;
- планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти.

В даному розділі буде виконано головний етап розроблення старпап-проекту, а саме маркетинговий аналіз, з метою виявлення ринкових можливостей використання результатів роботи.

5.1 Опис ідеї послуги

Ідея послуги заключається в тому, щоб створити центри з лазерного відновлення складних об'ємних деталей загального машинобудування.

Послугу можна розширити, за рахунок створення мобільних центрів з лазерного відновлення деталей по місцю їх безпосереднього розташування.

Послуга може бути запропонована всім підприємствам, які мають потребу у відновлення деталей, устаткування яке працює в агресивних середовищах.

Окрім того, можливо запропонувати підприємствам послугу виготовлення елементів пристроїв та запчастин зміцнених газо порошковою наплавкою.

Головною відмінністю даних послуг від існуючих аналогів та замінників є:

- пропонується використання роботизованого комплексу що забезпечує роботу з складними об'ємними деталями,
- можливість обробки не прямі поверхні, а аповерхні різноманітної форми, корпусні деталі, опуклі та випуклі деталі.

Таблиця 6.1. Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Центри з лазерного відновлення деталей загального машинобудування	1.Відновлення лопаток турбін	Швидкість та точність виготовлення
	2.Відновлення елементів гідравлічної арматури	Швидкість виготовлення. Відсутність пор та тріщин
	Зміцнення поверхонь	
Мобільний центр з лазерного відновлення деталей по місцю їх безпосереднього розташування	1.Відновлення компонентів сільськогосподарської техніки	Швидкість виготовлення. Відсутність пор та тріщин
	2.Відновлення важких анілоксових валів	Швидкість та точність виготовлення
Укріплення елементів об'ємних пристроїв та запчастин з складною поверхнею	1.Виготовлення компонентів сільськогосподарської техніки які вийшли з ладу та не можуть бути відновлені	Швидкість та точність виготовлення. Відсутність пор та тріщин
	2. Виготовлення прецизійних одиничних виробів	Швидкість та точність виготовлення. Відсутність пор та тріщин

6.2 Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї

На теперішній час, лазерне відновлення деталей не має конкурентів, які могли б забезпечити такі самі показники якості та швидкості виготовлення замовлення. Одним з аналогів є плазмове нанесення покриттів, але ця технологія передбачає велику кількість фінішних операцій, які потребують великих часових витрат.

Єдиним чинником, який може стати на заваді успішного розвитку впровадження технологій лазерного відновлення в промисловості може стати кінцевий користувач – покупець.

За схемою п'яти сил М. Портера [20], серед основних впливових факторів, які можуть стати на заваді з боку покупця – це рівень чутливості до зміни цін та змінні витрати на виготовлення готової продукції, оскільки все це пов'язане з витратами порошкової суміші, вартістю електроенергії та витратами на транспортування лазерного технологічного комплексу на місце розташування зламаної деталі.

Таблиця 6.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характерис- тики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтра- льна сторона)	S (сильна сторон- а)
		Мій проект	Плазма	Вигото- влення аналогі- в	Купівля запасни- х частин			
1.	Економія на масштабах	Так			Так			S
2.	Патенти на продукти	Так		Так	Так			S

3.	Розмір капітало-вкладень	Так	Так	Так	Так			S
4.	Значення розміру поставок	Так	Так	Так	Так			W

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

6.3 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 3):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/додати?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 6. 1. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
3	Центри лазерного відновлення деталей загального машинобудування	Відновлення деталей за допомогою лазерного газо-порошкового наплавлення	Наявна	Так

	Мобільний центр з лазерного відновлення деталей по місцю їх безпосереднього розташування	Відновлення деталей за допомогою лазерного газопорошкового наплавлення	Наявна	Так
	Відновлення деталей складної форми та робота над 3D деталями	Відновлення деталей за допомогою лазерного газопорошкового наплавлення	Наявна	Так
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Відновлення складних деталей за допомогою лазерного газопорошкового наплавлення				

За результатами аналізу таблиці можна зробити висновок щодо можливості технологічної реалізації проекту: так чи ні, а також технологічного шляху, яким це доцільно зробити.

6.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 6.4).

Таблиця 6. 2. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	1000000 у.о.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Нема обмежень. Ринок вільний
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	30

Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку) порівнюється із банківським відсотком на вкладення. За умови, що останній є вищим, можливо, має сенс вкласти кошти в інший проект. В нашому випадку, банківський відсоток на вкладення складає 20 відсотків, отже можна зробити висновок про те, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Тепер доцільно визначити потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та сформуванати орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5).

Таблиця 6. 3. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
------------------	---------------------------------	---	---	------------------------------------

			<i>цільових груп клієнтів</i>	
	Відновлення деталей за допомогою лазерного газопорошкового наплавлення	Підприємства важкого машинобудування	Технічні умови щодо стану відновленої деталі	Якість виготовлення, відсутність пор та тріщин

6.5 Фактори, що сприяють ринковому впровадженню

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. №№ 6.6-7). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення значущості.

Таблиця 6. 4. Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
	Якість	Недотримання стандартів щодо виготовлення або відновлення деталі	Перемовини з клієнтом
	Вартість	Перевищення витрат щодо виготовлення або відновлення деталі	Перемовини з клієнтом

Таблиця 5. Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
	Якість	Підвищення якості	Зміна технологічних параметрів процесу.
	Вартість	Зменшення вартості виготовлення	Використання більш дешевих порошків

Тепер проведемо аналіз пропозиції: визначимо загальні риси конкуренції на ринку (табл. 6.8).

Таблиця 6.6. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	чиста	Створення аналогічних центрів (підвищення якості та покращення логістичних послуг)
2. За рівнем конкурентної боротьби	міжнародний	Створення аналогічних центрів (підвищення якості та покращення логістичних послуг)
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	- міжгалузева	Поки немає відповіді

4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	між бажаннями	Наша перевага в тому, що ми готові задовольнити будь-яке бажання клієнта
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	нецінова	Репутація буде айкращою рекламою
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	не марочна	Джоб-шопи не є конкурентами, оскільки вони не можуть надати повний перелік послуг

Проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера, (табл. 6.9).

Таблиця 6.7. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	<i>Компанія Булат, Інститут електрозварювання ім. Патона</i>	<i>Визначити бар'єри входження в ринок</i>	<i>Визначити фактори сили постачальників</i>	<i>Визначити фактори сили споживачів</i>	<i>Фактори загроз з боку замінників</i>
Висновки:	Партнерські засади	є можливості входу в ринок.	Вартість порошоків для	Клієнти не диктують	Немає

		Немає потенційних конкурентів, що могли б ввійти на ринок	наплавки. Все залежить від ціни на метал на лондонській біржі	умови роботи на ринк	
--	--	--	---	----------------------------	--

За результатами аналізу таблиці зробимо висновок про те, що існує принципова можливість роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію. Також можемо зробити висновок щодо характеристик (сильних сторін), які має наш проект, щоб бути конкурентоспроможним на ринку.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в (табл. 6.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 6.2), вимог споживачів до товару (табл. 6.5) та факторів маркетингового середовища (табл. №№ 6.6-7) визначимо та обґрунтуємо перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз таких чинників представлено в табл. 6.10

Таблиця 6.8. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Швидка адаптованість технології під запити покупця	Лазерне випромінювання є безконтактним інструментом, тому можливості виростити деталь будь-якої складності
2	Відсутність обмежень щодо конфігурації відновлюваної деталі	Лазерне випромінювання є безконтактним інструментом, тому

		можливості виростити деталь будь-якої конфігурації
3	Відсутність обмежень щодо матеріального складу відновлюваної деталі	Широка різноманітність порошків для лазерної наплавки, а також, використання багатоканальних сопел для подачі газо-порошкової суміші

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 6.10) проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 6.11).

Таблиця 6.9. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «назва проекту»

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ... (назва підприємства)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Швидка адаптованість технології під запити покупця	20	+						
2	Відсутність обмежень щодо конфігурації відновлюваної деталі	20	+						
3	Відсутність обмежень щодо матеріального складу відновлюваної деталі	20	+						

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 11).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

Таблиця 6.10. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Всі фактори наведені в Таблиці 11	Слабкі сторони: Вартість технологічного процеу
Можливості: Перехід від одиничного до масового виробництва. Продаж ліцензій	Загрози: Вплив людського фактору на результат лазерного наплавлення в мобільних центрах з лазерного відновлення деталей

На основі SWOT-аналізу розробимо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл. 9, аналіз потенційних конкурентів).

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 6.13).

Таблиця 6.11. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Створення розгалуженої мережі демонстраційних центрів із залученням іноземних партнерів	За програмою «One road one belt» Китайської народної республіки – велика імовірність отримання грантів	1-2 роки з моменту перших інвестицій
	Створення спільного підприємства	Невелика	4-5

Перша альтернатива містить в собі великі переваги і має всі шанси бути реалізованою., оскільки для неї отримання ресурсів є більш простим та ймовірним, а строки реалізації – більш стислими.

6.6 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 6.14).

Таблиця 6.12. Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ п/п</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Виробники та користувачі лопаток для турбін	Готові	Відновлення 20-30 лопаток на місяць	низька	проста
2	Виробники та користувачі великогабаритних різальних інструментів	Готові	Відновлення 20-30 протяжок на місяць	висока	проста
3	Користувачі поліграфічного обладнання (з анілоксовими валами)	Скоріше не готові, ніж готові	Не відомо	низька	проста
<p>Які цільові групи обрано:</p> <p>Виробники та користувачі лопаток для турбін та Користувачі поліграфічного обладнання (з анілоксовими валами)</p>					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) вибираємо стратегію диференційованого маркетингу;

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 6.15).

Таблиця 6.13. Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ п/ п</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспромо жні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1	Створення розгалуженої мережі демонстраційних центрів із залученням іноземних партнерів	диференційова ний маркетинг	Швидка адаптованість технології під запити покупця Відсутність обмежень щодо конфігурації відновлюваної деталі Відсутність обмежень щодо матеріального складу відновлюваної деталі	Стратегія диференціації

Тепер виберемо стратегію конкурентної поведінки (табл. 6.16).

Таблиця 6.14. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки*</i>
	Ні	Забирати існуючих у конкурентів	Ні	Стратегія виклику лідера

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 6.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 6.16) розробляємо стратегію позиціонування (табл. 6.17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 6.15. Визначення стратегії позиціонування

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія я розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспромо жні позиції власного стартап- проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
------------------	--	--	---	---

	Точність, якість та час відновлення	Стратегія диференц іації	Багатоканальні сопла для лазерного відновлення деталей	Знаю як, зможу будь де, мінімальна фінішна обробка
--	---	--------------------------------	--	---

) Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування *маркетингової концепції товару*, який отримає споживач. Для цього у табл. 6.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 6.16. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
	Відновлення деталей	Оперативність, точність, якість	Робота 24\7

Через обмеженість інформації щодо наявних потреб українських споживачів було вирішено не створювати маркетингової кампанії для даної послуги. Наразі вивчається можливість просування цієї послуги компаніям за кордоном та створення в Україні хабу з відновлення деталей.

Висновки:

- Наразі є можливість ринкової комерціалізації проекту (наявний скритий попит, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку);
- Також є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту;

- Для ринкової реалізації проекту бажано обрати альтернативу
«Створення розгалуженої мережі демонстраційних центрів із залученням іноземних партнерів»
- Подальша імплементація проекту є доцільною.

Додаток 2 «Типова програма для роботизованого комплексу»

ПРОМИСЛОВИЙ РОБОТ РМ-01

КЕРІВНИЦТВО ДО ПРОГРАМУВАННЯ

АТ «НОКІА»

ВІДДІЛ РОБОТОТЕХНІКИ

Фірма «НОКІА» залишає за собою всі права щодо даного керівництва і права по всяк час час без попереднього повідомлення вносити зміни до нього.

Жоден із розділів даної публікації заборонено копіювати або передавати третій стороні без дозволу АТ «НОКІА», Фінляндія.

АТ «НОКІА»

П.С. 33

Телефон

Відділ робототехніки

00441 Хельсінки

tlx

12530Z robno sf

Представництво в СРСР:

При виникненні у користувачів СРСР зауважень по працездатності роботів типу РМ-01 необхідно звертатися:

Білорусія, м. Мінськ

НПО Гарнт

ТИПОВІ ПРОГРАМИ

Приклади, наведені у цьому розділі, призначені для демонстрації застосування різних команд мови АРПС. Програми, наведені в цих прикладах, можливо після незначних змін використовувати в різних ситуаціях.

ПРОГРАМИ ЗАПУСКУ

Рекомендується починати всі програми з так називаємої команди запуску, щоб пересвідчитись в стані роботи, перед запуском самої програми. В наступному прикладі визначається конфігурація маніпулятора, розтискають схват, обирають малу, безпечну швидкість і проганяють маніпулятор в початкову точку. Рекомендується закінчувати кожен програму командою RETURN, щоб можливо було застосовувати перехід до підпрограм.

Програма ЗАПУСК

```
С*****  
*****
```

```
С ПУСК ПРОГРАМИ
```

```
С
```

```
С ПРОЦЕСС
```

```
С          ВСТАНОВИТИ ШВИДКІСТЬ
```

```

C          ПЕРЕЙТИ НА ПОЗИЦІЮ READY
C          РОЗТИСНУТИ СХВАТ
C          ВИБРАТИ ПРАВУ КНФІГУРАЦІЮ
C          ПЕРЕЙТИ НА ПОЗИЦІЮ # SAFE
C*****
*****

C
SPEED 30
GO READY
OPEN
J2 RIGHT
GO # SAFE
.....

```

ПРОГРАМА МАНІПУЛЮВАННЯ ДЕТАЛЯМИ

На цьому прикладі демонструється застосування команд SET, LOCATE, IF...THEN та SHIFT. Виконуєма задача полягає у виборі предметів з ящика з трьома рядами (50 мм один від одного) і з трьома колонками (50 мм один від одного) і загрузці їх (предметів) в станок.

Допускають, що розташування ящика паралельно площині X-Y основної системи координат робота. Ряди мають нахил 30 градусів від нормалі X – осі, як зазначено нижче командою BASE.

Якщо ці допущення неточні, то аргументи в команді SHIFT повинні бути змінені, необхідно представити точні x, y, z зсув між положенням ящика.

Програма PALLET

C*****

C ВИБІР ПРЕДМЕТІВ ІЗ ЯЩИКА І ЗАГРУЗКА ЇХ В СТАНОК

C

C ПРОЦЕСС

C ВСТАНОВИТИ ОСІ X, Y ОСНОВНОЇ СИСТЕМИ
КООРДИНАТ

ПАРАЛЕЛЬНО СТОРОНАМ ЯЩИКА

C ПІДГОТУВАТИ ДО РОБОТИ ТОЧКУ HOLE І
ЛІЧИЛЬНИК

C ВІЗЬМЕ ОДИН ПРЕДМЕТ

C ПЕРЕВЕСТИ ТОЧКУ HOLE НА НОВУ ПОЗИЦІЮ
ВЗЯТТЯ

C ОНОВЛЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКА

C ЯКЩО ВСІ ПРЕДМЕТИ БУЛИ ЗАГРУЖЕНІ =>ВОЗВРАТ,
НАСТУПНА ЗАГРУЗКА ПРЕДМЕТУ

C ПІДПРОГРАМИ

C LOAD – ЗАГРУЗКА ОДНОГО ПРЕДМЕТА ІЗ ЯЩИКА В
СТАНОК

C ТОЧКИ

C CORNER – КУТОВА ТОЧКА КАСЕТИ

C*****

C

BASE 0.00, 0.00, 0.00, 30.00

LOCALE HOLE = CORNER

SET COL = 0

100 SET ROW = 0

200 CALL LOAD

SHIFT HOLE = 50.00, 0.00, 0.00

```

SET ROW = ROW + 1
IF ROW < 3 THEN JUMP 200
SHIFT HOLE = -150.00, 50.00, 0.00
SET COL = COL + 1
IF COL < 3 THEN JUMP 100
RETURN

```

Підпрограма LOAD буде виконувати задачу завантаження станка при виконанні припису програми PALLET

Програма LOAD

```

С*****
*****

С ЗАГРУЗКА ОДГОГО ПРЕДМЕТА ІЗ ЯЩИКА В СТАНОК
С
С ПРОЦЕСС
С          РОЗТИСНУТИ СХВАТ
С          ПІДЙТИ ДО ПРЕДМЕТУ НА ВІДСТАНЬ 100 ММ НАД
НИМ
С          ЗАБРАТИ ПРЕДМЕТ
С          ПІДЙТИ ДО СТАНКА НА ВІДСТАНЬ 500 ММ
С          ЗАГРУЗИТИ ПРЕДМЕТ В СТАНОК
С
С ТОЧКИ
С          HOLE – ПОЗИЦІЯ ПРЕДМЕТА
С          MACH – ПОЗИЦІЯ СТАНКА
С*****
*****

С

```

OPEN
GOSNEAR HOLE, 100.00
GOS HOLE
CLOCE
GONEAR, 50.00
GOSNEAR MACH, 50.00
GOS MATCH
OPEN
GO NEAR, 50.00
RETURN

Перед тим як запустити вищезазначені програми, необхідно зазначити роботу точку CORNER (кутова точка ящика), а також всі точки, на котрі посилаються команди. Точка HOLE перевизначається, щоб відповідати кожній позиції ящика під час виконання. У випадку, коли ящик переміщається пізніше, то необхідно перевизначити тільки точку CONEAR. Всі інші точки ящика вираховується програмою PALLET.

Наступний приклад – програмування задачі маніпулювання деталями іншим методом. В цьому випадку ящик розглядається в якості еталонної системи координат, при цьому точки ящика визначаються відносно цієї системи координат.

Перша частина програми веде користувача по етапам, котрі необхідні для визначення системи координат ящика. Такі етапи повинні виконуватись тільки тоді, коли ящик перерозподіляється відносно маніпулятора. Таким чином, етапи будуть записуватись у вигляді окремої програми.

Програма FRAME. DEFINITION

Система координат. Визначення

C*****

C ВИЗНАЧАЄ СИСТЕМУ КООРДИНАТ ЯЩИКА

C

C ПРОЦЕСС

C ВИЗНАЧИТИ 3 ТОЧКИ, РОЗТАШОВАНИХ В КУТАХ
ЯЩИКУ

C ВИЗНАЧИТИ ЕТАЛОННУ ТОЧКУ ”ФРЕЙМ” (FRAME
PALLET)

C ВИЗНАЧИТИ ПОЗИЦІЮ ПЕШОГО ПРЕДМЕТУ В
ЯЩИКУ

C ТОЧКИ

C PALLET – СИСТЕМА КООРДИНАТ ЯЩИКА

C CORNER – ПОЗИЦІЯ ПРЕДМЕТА В ЯЩИКУ,
ДОПОМІЖНА ТОЧКА

C START – ПОЗИЦІЯ 1-ГО ПРЕДМЕТА В ЯЩИКУ

C*****

C

PRINT ‘POSITION THE TOOL TIP AT THE PALLET “OROGON” ’

STOP ‘THEN TYPE “CON” (cr)’

HERE ORIGIN

PRINT ‘POSITION THE TOOL TIP AT THE FURTHEST PALLET’

PRINT ‘LOCATION ALONG THE PALLET + X DIRECTION’

STOP ‘THEN TYPE “CON” (cr)’

HERE X

PRINT ‘POSITION THE TOOL TIP AT THE FURTHEST PALLET’

```

PRINT 'LOCATION ALONG THE PALLET + Y DIRECTION'
STOP 'THEN TYPE "CON" (cr)'
HERE Y
FRAME PALLET = ORIGIN, X, Y
PRINT 'PLACE TOOL TIP A FIRST PALLET LOCATION'
STOP 'THEN TYPE "CON" (cr)'
HERE PALLET (CORNER)
LOCATE STARTER = CORNER
PRINT 'PALLET DEFINITION COMPLETED'
RETURN

```

Наступна програма відображає модифікації, необхідні для використання програми 'PALET' з командою системи координат.

Програма PALLET

```

C*****
*****
C ЗАБИРАЄ ПРЕДМЕТИ З ЯЩИКУ ТА ЗАГРУЖАЄ ЇХ В СТАНОК
C
C ПРОЦЕСС
C      ІНІЦІЮВАТИ ТОЧКИ HOLE I START
C      ІНІЦІЮВАТИ ЛІЧИЛЬНИК
C      ВИКОНАТИ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ОДНОГО
ПРЕДМЕТА
C      ЗМІНИТИ ТОЧКУ CORNER В СИСТЕМІ КООРДИНАТ
ВІДНОСНО
      ТОЧОК (МАШТАБУВАННЯ)
C      ВИРАХУВАТИ НОВУ ТОЧКУ ВЗЯТТЯ HOLE
C      ОНОВЛЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКА

```

С ЯКЩО ВСІ ПРЕДМЕТИ БУЛИ ЗАГРУЖЕНІ

=>ПОВЕРНЕННЯ, В

 ІНШОМУ ВИПАДКУ ЗАГРУЗИТИ НАСТУПНИЙ
ПРЕДМЕТ

С ПІДПРОГРАМИ

 LOAD – ЗАГРУЗИТИ ОДНОГО ПРЕДМЕТ ІЗ ЯЩИКА В
СТАНОК

С ТОЧКИ

С START – РОЗТАШУВАННЯ 1-ГО ПРЕДМЕТА В ЯЩИКУ

С PALLET – МІСЦЕРОЗТАШУВАННЯ ЯЩИКА В

СИСТЕМІ

 КООРДИНАТ

С*****

С

LOCALE CORNER = START

LOCALE HOLE = PALLET (CORNER)

SET COL = 0

100 SET ROW = 0

200 CALL LOAD

SHIFT CORNER = 50.00, 0.00, 0.00

LOCALE HOLE = PALLET (CORNER)

SET ROW = ROW + 1

IF ROW < 3 THEN JUMP 200

SHIFT CORNER = - 150.00, 50.00, 0.00

LOCALE HOLE = PALLET (CORNER)

SET COL = COL + 1

IF COL < 3 THEN JUMP 100

RETURN

В вищезазначеній програмі комбінована точка вводиться під назвою “PALLET (COPNER)”. Дана точка визначає залежність положення кута від системи координат “PALLET”. Зауважимо, що перетворення “CORNER” (кут) зміщується і його відношення до системи координат “PALLET” перевизначається командою “LOCALE HOLE = PALLET (COPNER)”. HOLE – остаточна комбінована точка, створена для визначення позиції ящика.

В використанні комбінованої точки “FRAME” для даної задачі є дві переваги:

- 1) ящик може мати будь-яку орієнтацію відносно робота;
- 2) легше виконати коригування переміщення ящика.

Якщо ящик пересунути пізніше, то команди, які визначають систему координат “PALLET”, мають виконуватись, але ніякі зміни не повинні вводитись в програму. В прикладі необхідно зазначити команду BASE, щоб відкоригувати переміщення ящика.

ЗВ’ЯЗОК З ЗОВНІШНІМИ ЛІНІЯМИ ВХОДІВ – ВИХОДІВ

Типова програма виконує наступну задачу:

- 1) робот очікує деталь, яка повинна бути на місці в транспортері;
- 2) після вибору деталі робот несе її на станцію контролю і подає сигнал, що деталь на місці;
- 3) станція визначає, чи є деталь типу “А” або “Б” та встановлює відповідність стану сигнальних ліній;
- 4) на основі вихідного сигналу зі станції контролю робот обробляє деталь за допомогою одної з трьох програм;
- 5) цикл повторюється нескінченно.

Програма в той же момент переходить на підпрограму помилок EMERGENCY, у випадку коли аварійна лінія 7 вказує на аварійну ситуацію, починаючи з запуску програми до команди NO INSTALL 7.

Програма SORT (СОРТИРОВКА).

C*****

C ОПЕРАЦІЯ СОРТИРОВКИ

C

C ПРОЦЕСС

C ІНІЦІАЦІЯ РОЗЖАТТЯ СХВАТА МАНІПУЛЯТОРА

C ОБНУЛЕННЯ СИГНАЛУ “ДЕТАЛЬ НА МІСЦІ”

C АКТИВУЄ АВРІЙНИЙ РЕЖИМ

C ОЧІКУВАННЯ, ПОКИ ДЕТАЛЬ НЕ ГОТОВА ДО

ВИБІРКИ

C ВИБІРКА ДЕТАЛІ І ПЕРЕМІЩЕННЯ ЇЇ НА ПІСТ

КОНТРОЛЮ

C ПАСИВУЄ АВАРІЙНИЙ РЕЖИМ

C ВСТАНОВЛЕННЯ СИГНАЛУ “ДЕТАЛЬ НА МІСЦІ”

C ОЧІКУВАННЯ КОНТРОЛЯ НА ПРОТЯЗІ ДЕЯКОГО

ЧАСУ

C ОБНУЛЕННЯ СИГНАЛУ “ДЕТАЛЬ НА МІСЦІ”

C ЯКЩО ДЕТАЛЬ А => ВИКЛИК ПІДПРОГРАМИ PARTA

C ЯКЩО ДЕТАЛЬ В => ВИКЛИК ПІДПРОГРАМИ PARTB

C ЯКЩО НЕ ДЕТАЛЬ А НІ В => РЕЖЕСТ ПІДПРОГРАМИ

C ПІДПРОГРАМИ

C PARTA – ОБРОБКА ДЕТАЛІ А

C PARTB – ОБРОБКА ДЕТАЛІ В

C REJEST – ОБРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ ДЕФЕКТНИХ
ДЕТАЛЕЙ

C EMERGENCY – ПРОГРАМА АВАРІЙНОГО СТОПА
C ТОЧКИ

C PART – ВИБІР МІСЦЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ

C INSP – СТАНЦІЯ КОНТРОЛЯ

C ВИХІДНІ ЛІНІЇ

C 2 – СИГНАЛ “ДЕТАЛЬ НА МІСЦІ” (Для станції контролю)

C ВХІДНІ ЛІНІЇ

C 1 - СИГНАЛ “ДЕТАЛЬ НА МІСЦІ” (Для робота)

C 3, 4, 5 – СИГНАЛИ ДАНИХ КОНТРОЛЯ

C 6 – СИГНАЛ “КОНТРОЛЬ ВИКОНАНО”

C 7 – СИГНАЛ АВАРІЙНА ЗУПИНКА

C*****

C

OUT - 2

OPEN

10 INCALL 7, EMERGENCY

PRINT ‘WAITING FOR “PART IN PLACE” SIGNAL ON INPUT 1 ’

WAIT IN 1

GONEAR PART, 50.00

GOS PART

CLOSE

GOSNEAR, 50.00

C

C MOVE INSPECTION STATION

C

GONEAR INSP, 575.00

GOS INSP

```

NO INCALL 7
OUT - 2
PRINT 'WAITING FOR "INSPECTION DONE" SIGNAL ON INPUT 6 '
WAIT IN 6
GOSNEAR, 100.00
OUT – 2
C
C CHECK TEST RESULTS OF INSPECTION
C
IF IN -3, 4, -5, THEN JUMP 20
IF IN 3, -4, -5, THEN JUMP 30
PRINT ' "REJECT" PART IS NEITHER "A" OR "B"
CALL REJECT
JUMP 40
CALL PART, A
JUMP 40
30  CALL PART, B
40  PRINT 'PART PROCESSING COMPLETED, GET ANOTHER PART'
JUMP 40

```

Допускають, що станція контролю виконує випробування, які проводять ідентифікацію деталі. Результат повідомляють в робот за допомогою стану вхідних ліній 3, 4 і 5.

На наступному прикладі показано, як за допомогою використання спеціальної групи входу-виходу. Програма проводить зчитування знаки з порту ACCESSORY та надсилає знаки на дисплей.

Програма ECHO

C*****

C ЗЧИТУЄ ЗНАКИ З ПОРТУ В ЗОВНІШНЬОГО ПРИСТРОЮ ТА
ПОСИЛАЄ

ЗНАКИ В ДИСПЛЕЙ

C

C ПРОЦЕСС

C ОЧІКУЄ, ДОКИ ПОРТ НЕ ОТРИМАЄ ЗНАК

C ЗЧИТУЄ ЗНАК

C ПЕРЕВІРЯЄ ПРИЙМАЛЬНИКА, ЯКЩО ПОМИЛКА,
ВИЗИВАЄ

ПРОГРАМУ ВИПРАВЛЕННЯ ПОМИЛКИ RECEIVE.

ERROR

C ОЧІКУЄ, ДОКИ ІНТЕРФЕЙС СТОЙКИ НЕ БУДЕ ГОТОВ
ДЛЯ

ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ДІСПЛЕЙ

C ПОСЛАТИ ЗНАК НА ДІСПЛЕЙ

C ПІДПРОГРАМИ

C RECEIVE.ERROR – ПРОГРАМА ВИПРАВЛЕННЯ
ПОМИЛОК

ПРИЙМАЛЬНИКА

C*****

C ВИЗНАЧЕННЯ СПЕЦІАЛЬНІ ГРУПИ ВХОДУ – ВИХОДУ

C

SET ACCESSORY. RCSR = - 688

SET ACCESSORY. RBUF = - 686

SET ACCESSORY. ERROR = - 685

SET CONSULE. XCSR = -140

SET CONSULE. XBUF = -138

C

C ВИЗНАЧИТИ МАСКУ ПОМИЛОК, БІТИ 7, 6, 5 ТА 4 В ПОРТІ ACCESSORY.

ERROR

C ВИЗНАЧИТИ МАСКУ ЗНАКІВ, БІТИ 7-0 В ПОРТІ ACCESSORY, RBUF

C

SET ERROR MASC = 240

SET CHR. MASK = 255

C

C ЗЧИТАТИ ЗНАК

C

10 IF INGROUP ACCESSORY. RCSR < 128 THEN JUMP 10

SET CHR = INGROUP ACCESSOR. RBUF AND CHR. MASK

SET ERROR. CODE INGROUP ACCESSORY. ERROR AND ERROR. MASK

IF EROR.CODE = 0 THEN JUMP 30

C

C ПОМИЛКА ПРИЙНЯТТЯ

C

CALL RECEIVE. ERROR

JUMP 10

C

C ПЕРЕДАТИ ЗНАК

C

30 IF CONSOLE. XCSR < 128 THEN JUMP 30

OUTGROUP CONSOLE.XBUF = CHR

JUMP 10

Перелік використаної літератури.

1. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. –М.: Машиностроение, 1987. –232с.:ил
2. Аверьянов О.И., Воронов А.Л. Автоматизированное проектирование компоновок МС.-Станки и инструмент, 1982, №8, с.6,7
3. Аверьянов О.И., Ныс Д.А. Разработка агрегатированного комплекса МС с ЧПУ.- Станки и инструмент, 1979, № 11, с 14-17.
4. Аверьянов О.И. Статистический анализ применимости основных компоновок МС. – Станки и инструмент, 1981, №6, с.3,4
5. Аверьянов О.И. Воронов А.Л. Информационное обеспечение автоматизированного проектирования компоновок МС с ЧПУ. – В сб. Оборудование с ЧПУ, М. 1982, № 8, с. 6-7.
6. Бобрик Л.П., Аверьянов О.М. Анализ компоновок станков, построенных по модульному принципу. – Станки и инструмент, 1982, №6, с . 6-8.
7. Васильев Г.Н. Автоматизация проектирования металлорежущих станков. – М.: Машиностроение. 1987. – 280 с., ил.
8. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков (Основы компонетики). М.: Машиностроение, 1979. 487 с.
9. Малоотходные процессы резки лучом лазера /В.С. Коваленко, В.В. Романенко, Л.М. Олещук.-Киев, Техника, 1987, 112с, ил.
10. Механика промышленных роботов: Учебное пособие для втузов. В 3 кн. Кн.3. Основы конструирования. / Е.И.Воробьев, А.В.Бабич, К.П. Жуков и др.; под редакцией К.В. Фролова., Е.И. Воробьева.- М. Высш. Шк., 1989.-383 стр.: ил
11. Ковальцун С.И. Оптимизация компоновки устройств автоматической смены инструментов.- Станки и инструмент, 1983, №4, с 9-12.
12. Кристофидес Н. Теория графов. М. Мир, 1978. 432 с.
13. Олещук Л.М. Боголепов В.А. Анализ компоновок лазерных технологических установок. Тезисы докладов 2 Всесоюзной н.-т. конференции.- М: 1979.

14. Оре. О. Теория графов. М.: Наука, 1980, 336 с.
15. Проблемы модульного судостроения (Модуль –82). Тезисы докладов научной конференции. Л.: Судостроение, 1982, 253 с
16. Пуш В.Э. Пигерт. Р., Сосонкин В.Л. Автоматические станочные системы.
17. Структурный анализ лазерного технологического оборудования для обработки цилиндрических заготовок. /В.С. Коваленко, В.П.Котляров, Л.М. Олещук. Электронная обработка материалов. – 1996, №4
18. Технологические лазеры : Справочник : в 2т. Т.1 : Расчет, проектирование и эксплуатация / Г.А. Абильситов, В.С. Голубев, В.Г. Гонтарь и др.; Под общей редакцией Г.А. Абильситова.- М. Машиностроение, 1991.-383 стр.: ил.
19. Шаумян Г.А. Комплексная автоматизация производственных процессов.М.: Машиностроение, 1979, 640 с.
20. Шац Я.Ю. Основы оптимизации и автоматизации проектно – конструкторских работ с помощью ЭВМ, м.: Машиностроение.
21. *Merlet J.-P. Parallel Robots.* – Springer-Verlag New York Inc., 2006. – 394 р.
22. *Metrom mechatronische maschinen* [Electronic resource] // www.metrom.com.
23. Опис ідеї проекту(товару, послуги, технології)/ <https://infopedia.su/14x1475b.html>
24. Бланк, С. Стартап. Настольная книга основателя / С. Бланк, Б. Дорф ; пер. с англ. Т. Гутман, И. Окунькова, Е. Бакушева. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2014. – 614 с.
25. Дрейпер, У. Стартапы : профессиональные игры Кремниевой долины / У. Дрейпер ; предисл. Э. Шмидта ; пер. с англ. В. Егорова. – Москва : Эксмо, 2012. – 378 с.

26. Коэн, Д. Стартап в Сети : мастер-классы успешных предпринимателей / Д. Коэн, Б Фелд ; пер. с англ. М. Иутина. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2013. – 337 с.
27. Статистика смертности и советы по безопасности для стартапов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/p/startup-eset>
28. Тиль, П. От нуля к единице : как создать стартап, который изменит будущее / П. Тиль, Б. Мастерс; перевод с англ. – Москва : Альпина паблишер, 2015. – 188 с.
29. Харниш, В. Правила прибыльных стартапов : как расти и зарабатывать деньги / В. Харниш ; пер. с англ. В. Хозинского. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 279 с.
30. Статистика указала на условия для появления стартапов, успешных как Google и Facebook [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naked-science.ru/article/sci/statistika-ukazala-na-usloviya>